

**PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599**

**DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI ANGGARAN BIAYANYA**

**RINDIANTO RAHMATULLAH**  
NRP. 101113 10000 051

Dosen Pembimbing 1 :  
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

Dosen Pembimbing 2 :  
R. BUYUNG ANUGRAHA A, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018



**PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599**

**DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI ANGGARAN BIAYANYA**

**RINDIANTO RAHMATULLAH**  
NRP. 101113 10000 051

Dosen Pembimbing 1 :  
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

Dosen Pembimbing 2 :  
R. BUYUNG ANUGRAHA A, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018



**APPLIED FINAL PROJECT - RC146599**

**STRUCTURAL DESIGN OF 15000 DWT LIQUID  
BULK CARRIER (SHIP) IN PULANG PISAU  
HARBOUR, PALANGKARAYA, CENTAL BORNEO  
AND ITS CONSTRUCTION METHOD AND COST  
ESTIMATION**

**RINDIANTO RAHMATULLAH**  
NRP. 101113 10000 051

Supervisor 1 :  
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

Supervisor 2 :  
R. BUYUNG ANUGRAHA A, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DIPLOMA IV OF CIVIL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FAKULTY OF VOCATION  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PROYEK AKHIR TERAPAN**  
**DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000**  
**DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,**  
**PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN**  
**MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI**  
**ANGGARAN BIAYANYA**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan  
pada  
Program Studi Diploma IV Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Teknik Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



Rindianto Rahmatullah  
NRP. 3113 041 051

Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir Terapan :

Pembimbing

Pembimbing 2


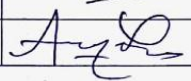
26 JAN 2018

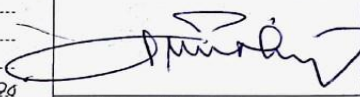

  
Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D. R. Buyung Anugraha A, ST., MT.  
NIP. 19620328 198803 1 001 NIP. 19740203 200212

SURABAYA, JANUARI 2018

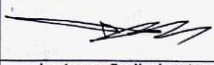
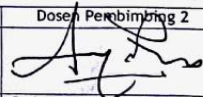


	<b>BERITA ACARA</b> <b>TUGAS AKHIR TERAPAN</b> PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS	No. Agenda :
		Tanggal :

<b>Judul Tugas Akhir Terapan</b>	<del>Desain</del> <b>DESAIN</b> <i>Pelabuhan</i> <del>Pelabuhan</del> Struktur Dermaga Curah Cair 15000 DWT pada <del>Pelabuhan</del> <i>Pelabuhan</i> Pulau Pisau, Palangkaraya, Kalimantan Tengah dengan Meninjau Metode Pelaksanaan dan Estimasi Biaya		
<b>Nama Mahasiswa</b>	Rindianto Rahmatullah	<b>NRP</b>	1011130000051
<b>Dosen Pembimbing 1</b>	Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., PhD NIP 19620328 198803 1 001	<b>Tanda tangan</b>	
<b>Dosen Pembimbing 2</b>	R. Buyung Anugraha A, ST., MT NIP 19740203 200212 1 002	<b>Tanda tangan</b>	

<b>URAIAN REVISI</b>	<b>Dosen Penguji</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PERHITUNGAN DAVA DUKUNG</li> <li>• GAMBAR KIRI -</li> <li>• Ø 10 BUKAN D10</li> <li>• BADA ULIR TIDAK BOLEH DITUNG 7.90</li> <li>• GAMBAR DIPERUBAH SEBAGAI SAKSI</li> </ul>	 Ir. Chomaedhi, CES. Geo NIP 19550319 198403 1 001
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAPORAN DIPERUBAH - TIPO - LONCET.</li> <li>• LAYOUT - DERMAGA TIDAK ADA BEBAN BERTANG</li> <li>• TABEL 6.13 DISEJAJIKAN DENGAN SAP</li> <li>• COBA - TANGK BERTON</li> <li>• PANJANG PENJAJARAN → PANJANG TANGK ?</li> <li>• UKUR PANJANG TANGK</li> </ul>	 Afif Navir Refani, ST., MT NIP 19840919 201504 1 001
<ul style="list-style-type: none"> <li>• KESIMPULAN RABE METODE</li> <li>• TERAK PLAT DILAS BUKAN 10 mm</li> <li>• TULANGAN SUSUT - GAMBAR TUL PLAT</li> <li>• KOTAK TULANGAN (LAP)</li> <li>• TULANGAN PILE BAT</li> </ul>	- NIP -
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GAMBAR TANGKAL K/IS ABUTMENT</li> <li>• PANJANG TANGK MODEL STRUKTUR</li> <li>• BOUT FENDER DIPERBAIKI</li> <li>• SANGUNGAN TANGK PERANG - BAKOT</li> <li>• PERBAIKAN GAMBAR</li> </ul>	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
<b>Dosen Penguji 1</b>	<b>Dosen Penguji 2</b>	<b>Dosen Penguji 3</b>	<b>Dosen Penguji 4</b>
			
Ir. Chomaedhi, CES. Geo NIP 19550319 198403 1 001	Afif Navir Refani, ST., MT NIP 19840919 201504 1 001	- NIP -	- NIP -

<b>Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan</b>	<b>Dosen Pembimbing 1</b>	<b>Dosen Pembimbing 2</b>
		
	Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., PhD NIP 19620328 198803 1 001	R. Buyung Anugraha A, ST., MT NIP 19740203 200212 1 002



### ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

**Nama** : 1. Rindianto Rahmatullah. 2  
**NRP** : 1. 3113 041 051. 2  
**Judul Tugas Akhir** :  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Agung Budi Priyanto, M.Eng., Phd.  
 : R. Buyung Anugraha, ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	15 Februari 2017	- Perhitungan Pembebanan Struktur.				
		- Pembuatan Denah Awal.				
		- Mencari Spesifikasi Alat Marine		B	C	K
		Loading Ann.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	1 Maret 2017	- Perhatikan Tiang Miring				
		- Buat uraian pembebanan pada dermaga.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	7 Maret 2017	- Kapasitas Kapal = $DWT / B1$ Mupel				
		- Pipa Transpor letakkan pack		B	C	K
		Kontainer Trestle.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cari Spec Pipa Besi				
4	4 April 2017	- Lanjutkan SAP nya		B	C	K
		- Peraturan guatiran yang terbaru,		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		kecuali pada peraturan yang lama				
		tidak ada.				
		- Fix-kan layout.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket :**  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal





### ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

**Nama** : 1. Rindianto R 2  
**NRP** : 1. 3113091051 2  
**Judul Tugas Akhir** : Desain Struktur Dermaga Curah Cair 15000 DWT pada Pelabuhan Pulau Piseu, Balikpapan, Kalimantan Tengah.  
 1. Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng, Ph.D.  
**Dosen Pembimbing** : 2. R. Bayung Anugraha, ST, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	5 April 2017.	- Beban Gempa pada Dolphin.				
		- Buat penulangan struktur atas dulu				
		- Benahi Letak balok.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	24 Mei 2017	- Cek lagi tulangan torsi belakng				
		- Beban Berthing Force dimodelkan berupa beban garis terbagi pada Shell listplan		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tambahkan balok pada tepi Jetty dan Trestle.				
				B	C	K
7.	30 Mei 2017	- Beban Kencaman kecil di Trestle dan Jetty		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- abutment dimodelkan berdasar asumsi elevasi tanah		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	27 Sept 2017	- Stak dibulatkan lebih besar.				
		- Konfigurasi Mooring: (Cek kamarnya vertikal). 1/6. 1/8.		B	C	K
		- Catwalk rencanakan sambungan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Tertambat dari jadwal



### ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Rindianto Rahmatullah. 2  
 NRP : 1 3113 091 051 2  
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Agung Budi Priyanto, M. Eng., Ph.d.  
 : R. Buyung Anugraha, ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
9	25-11-2017	1. Urutan Metode Pelaksanaan				
		2. RAB tetap pakai PM No.78 2014.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. Gambar elevasi Bathymetri.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	29-11-2017	1. Beban Berthing digantikan beton terpasang.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. Cek displacement max 10cm		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. Cek konfigurasi tiang untuk Breasting dolphin.				
		4. Elevasi dolphin diperbahatkan agar fender dapat terkontak penuh.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5. Batas lagi MD dengan pile cap. tebal 2,5 m. Konfigurasi tiang diperbahatkan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	5-12-2017	1. Kamingan diganti 1:8.7 } BDTM.				
		2. Tiang lebih tebal				
		3. Tidak bisa pakai Spring		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4. Tiang BD1 ditambah jika seketik diperbesar masih belum <10cm displacementnya.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

**DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000  
DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN  
MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI  
ANGGARAN BIAYANYA**

**Nama Mahasiswa : Rindianto Rahmatullah**  
**NRP : 101113 10000 051**  
**Jurusan : D IV Teknik Sipil FV ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng,PhD.**  
**R. Buyung Anugraha A, ST., MT.**

**ABSTRAK**

Dermaga Curah Cair adalah salah satu dermaga yang berada di Pelabuhan Pulang Pisau, Palangkaraya yang melayani kapal  $\pm 5000$  DWT yang akan didesain ulang dengan menambah kapasitas kapal *oil tanker* menjadi 15000 DWT dengan *draft* kapal sebesar 8,8 m. Kondisi lingkungan dan komoditas yang dilayani menentukan tipe struktur, dimensi struktur dan beban yang bekerja pada struktur. Karena beban vertikal jauh lebih kecil daripada beban horizontal, maka dipilih jenis dermaga *dolphin system* dengan jenis struktur *deck on pile*.

Struktur dermaga curah cair dibagi menjadi 5 (lima) struktur yaitu Struktur *Unloading Platform* tempat melayani bongkar muat curah cair yang dilengkapi dengan dua buah alat *Marine Loading Arm Emco Weathon Type B300*, Struktur *Trestle* yaitu jembatan penghubung antara daratan dengan *Unloading Platform* yang ditumpu oleh Struktur *Abutmen* pada sisi darat *trestle*, selain itu juga direncanakan struktur *Mooring Dolphin*

untuk menahan beban tarik dan Struktur *Berthing Dolphin* untuk menahan beban merapat kapal.

Dermaga direncanakan dengan menggunakan Sistem Pemikul Momen Biasa dengan factor modifikasi Respon sebesar 1,5 (SNI 2833 2013) untuk menahan gempa dengan periode ulang 500 Tahun. Elemen struktur dermaga, trestle, abutmen dan dolphin direncanakan dengan metode beton *insitu*. Pemilihan metode *insitu* karena pertimbangan lebih hemat daripada harus menggunakan beton pracetak.

Dari Perencanaan ini didapat dimensi balok memanjang *Unloading Platform* adalah 700 x 1000 mm dan balok melintang 500 x 800 mm, sedangkan dimensi balok memanjang pada trestle adalah 450 x 700 mm dan balok melintang trestle adalah 450 x 700 mm. Pelat *Insitu* pada *Unloading Platform* setebal 300 mm dan pada trestle setebal 250 mm. Sedangkan pada struktur *Mooring Dolphin* dan *Breasting Dolphin* direncanakan seperti struktur *pile cap* setebal 2000 mm. Untuk lebih lengkap dan jelasnya semua hasil perhitungan untuk semua elemen struktur disajikan pada gambar teknik.

Rencana anggaran biaya total dalam pembangunan dermaga curah cair ini adalah Rp30.026.640.000,-

***Kata Kunci : Desain, Dermaga, Curah Cair, Unloading Platform, Mooring Dolphin, Breasting Dolphin, Beton Insitu***

# **STRUCTURAL DESIGN OF 15000 DWT LIQUID BULK CARRIER (SHIP) IN PULANG PISAU HARBOUR, PALANGKARAYA, CENTRAL BORNEO AND ITS CONSTRUCTION METHOD AND COST ESTIMATION**

**College Student Name : Rindianto Rahmatullah**

**NRP : 101113 10000 051**

**Department : D IV Teknik Sipil FV ITS**

**Supervisor : Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng,PhD.  
R. Buyung Anugraha A, ST., MT.**

## **ABSTRACT**

Liquid Bulk Port is one of the docks located at the Port of Pulang Pisau, Palangkaraya which serves the ship 5000 DWT which will be redesigned by increasing capacity of oil tanker ship to 15000 DWT with draft ship of 8.8 m. The condition of the environment and the commodities served determine the type of structure, the dimensions of the structure and the load acting on the structure. Because the vertical load is much smaller than the horizontal load, then the dolphin system dock type is chosen with the type of deck on pile structure.

The structure of the liquid bulk dock is divided into 5 (five) structures namely Unloading Platform Structure where serving bulk bulk loading and loaded with two tools of Marine Loading Arm Emco Weathon Type B300, Trestle Structure is a bridge between land with Unloading Platform supported by Abutment Structure on the land side of the trestle, besides it also planned the structure of Dolphin Mooring to withstand tensile loads and Berthing Dolphin Structures to withstand loads docked.

The port is planned by using the Ordinary Moment Resistivity System with a Response Modification factor of 1.5 (SNI 2833 2013) to withstand earthquakes with a 500 year return period. Elements of dock, trestle, abutment and dolphin structures are planned with in situ concrete method. Selection of insitu method because the consideration is more efficient than having to use precast concrete.

From this plan, the dimension of the beam lengthwise Unloading Platform is 700 x 1000 mm and the cross beam is 500 x 800 mm, while the length beam dimension on the trestle is 450 x 700 mm and the trestle cross beam is 450 x 700 mm. Plate Insitu on Platform Unloading 300 mm thick and on trestle as thick as 250 mm. While the structure of Dolphin Mooring and Breasting Dolphin is planned as a pile cap structure of 2000 mm thick. For more complete and clear all the calculations for all structural elements are presented in engineering drawings.

The total cost budget plan in the construction of this bulk liquid dock is Rp 30.026.640.000, -

**Keywords: Design, Wharf, Liquid Bulk, Loading and Unloading, Dolphin Mooring, Breasting Dolphin, Insitu Concrete**



## **KATA PENGANTAR**

Penulis panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan petunjuk-Nya, penyusunan Tugas Akhir Terapan dengan judul “Desain Struktur Dermaga Curah Cair 15000 DWT pada Pelabuhan Pulang Pisau, Palangkaraya, Kalimantan Tengah dengan Meninjau Metode Pelaksanaan dan Estimasi Anggaran Biayanya” dapat terselesaikan.

Tersusunnya Tugas Akhir Terapan ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari beberapa pihak yang telah memberikan masukan serta bimbingan kepada penulis. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih terutama kepada :

1. PT. PELINDO III (pesero) Tbk. dan Bapak Ir. Agung Budipriyanto, M. Eng., selaku pemberi data Tugas Akhir Terapan.
2. Kedua orang tua penulis, saudara-saudara, sebagai penyemangat terbesar serta teman-teman yang telah memberikan banyak dukungan moril maupun material terutama melalui doa dan semangatnya.
3. Bapak Ir. Agung Budipriyanto M.Eng, PhD. Dan Bapak R. Buyung Anugraha A., ST., MT. selaku dosen pembimbing dalam penulisan Tugas Akhir Terapan, yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan.
4. Bapak Dr. Machsus, ST, MT, selaku koordinator Departemen Teknik Infrastruktur Sipil.
5. Para dosen penguji yang telah memberikan masukan.

Penulis sadari dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini tidaklah sempurna, maka penulis memohon maaf apabila masih terdapat kekurangan.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, terima kasih.

Surabaya, 8 Januari 2018

## **DAFTAR ISI**

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH .....	2
1.3 TUJUAN .....	2
1.4 MANFAAT .....	3
1.5 BATASAN MASALAH .....	3
1.6 LOKASI .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 TINJAUAN UMUM .....	7
2.2 DASAR PERENCANAAN DERMAGA .....	9
2.3 DERMAGA.....	9
2.3.1 Pengertian Dermaga.....	9
2.3.2 Perencanaan Dermaga.....	9
2.3.3 Konstruksi Dermaga .....	12
2.4 DIMENSI DERMAGA .....	15
2.4.1 Panjang Dermaga .....	15

2.4.2	Lebar Dermaga.....	15
2.4.3	Elevasi Dermaga .....	15
2.4.4	Karakteristik Kapal .....	16
2.5	PEMBEBANAN DERMAGA .....	18
2.5.1	Pembebanan arah vertikal .....	18
2.5.2	Pembebanan arah horizontal .....	19
2.6	PERENCANAAN KONSTRUKSI ATAS DERMAGA ..	29
2.10.1	Beton Bertulang .....	29
2.10.2	Perencanaan Pelat .....	32
2.10.3	Perencanaan Balok.....	34
2.10.4	Perencanaan Pilecap.....	39
2.7	PERENCANAAN FENDER.....	40
2.7.1	Perencanaan Fender .....	40
2.7.2	Penentuan Jarak Antar Fender .....	42
2.7.3	Tipe-Tipe Fender .....	43
2.8	PERENCANAAN BOLLARD .....	43
2.8.1	Pemilihan Tipe Bollard.....	43
2.9	PERENCANAAN KONSTRUKSI BAWAH DERMAGA	
	44	
2.9.1	Perencanaan Kepala Jembatan.....	44
2.9.2	Perencanaan Tiang Pancang .....	45
2.10	METODE PELAKSANAAN .....	46
2.10.1	Pekerjaan Persiapan .....	46

2.10.2 Pekerjaan Pemancangan.....	46
2.10.3 Pekerjaan Pile Cap .....	46
2.11 Perhitungan Volume .....	47
2.11.1 Pekerjaan Persiapan .....	47
2.11.2 Pekerjaan Pemancangan.....	47
2.11.3 Pekerjaan Pilecap .....	49
2.11.4 Pekerjaan Balok Memanjang dan Melintang .....	51
2.11.5 Pekerjaan Pelat Lantai.....	51
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>53</b>
3.1 METODE DESAIN .....	53
3.2 PERSIAPAN PENDAHULUAN .....	53
3.3 PENGUMPULAN DATA.....	54
3.4 <i>PRELIMINARY DESIGN</i> .....	55
3.5 KOMBINASI PEMBEBANAN.....	55
3.6 PERMODELAN STRUKTUR .....	58
3.7 ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR.....	58
3.8 PENGAMBARAN HASIL RENCANA .....	60
3.9 METODOLOGI PENULISAN TUGAS AKHIR .....	61
<b>BAB IV KRITERIA DESAIN .....</b>	<b>63</b>
4.1 DATA KAPAL .....	63
4.2 DATA ANGIN.....	63
4.3 PETA BATHYMETRI.....	65
4.4 DATA PASANG SURUT.....	67

4.5 DATA ARUS .....	67
4.6 DATA ALAT .....	68
4.7 DATA TANAH.....	69
4.8 Kualitas Material .....	71
4.8.1 Beton.....	71
4.8.2 Baja Tulangan .....	71
4.8.3 Tiang Pondasi.....	72
4.9 Penetapan Tata Letak .....	72
4.9.1 Dimensi ULP, Trestle, Mooring Dolphin, Breasting Dolphin .....	73
4.9.2 Elevasi Apron.....	75
<b>BAB V PRELIMINARY DESIGN.....</b>	<b>77</b>
5.1 JARAK PORTAL .....	77
5.1 PENETAPAN DIMENSI.....	77
5.2.1 Tebal Pelat Dermaga dan Trestle .....	77
5.2.2 Dimensi Balok .....	78
5.2.3 Diameter Tiang Pancang.....	80
5.2.4 Dimensi Poer.....	80
<b>BAB VI PEMBEBANAN .....</b>	<b>81</b>
6.1 PEMBEBANAN STRUKTUR .....	81
6.1.1 Pembebanan Pada <i>Catwalk</i> .....	81
6.1.2 Pembebanan Pada Mooring Dolphin .....	89
6.1.3 Pembebanan Pada Breasting Dolphin .....	95

6.1.4	Pembebanan Pada <i>Platform</i> .....	103
6.1.5	Pembebanan Pada <i>Trestle</i> .....	108
<b>BAB VII ANALISA STRUKTUR.....</b>		<b>113</b>
7.1	MODEL STRUKTUR .....	113
7.2	PERENCANAAN PELAT.....	116
7.2.1	Penulangan Pelat <i>Unloading Platform</i> .....	116
7.3	PERENCANAAN BALOK .....	125
7.3.1	Penulangan Lentur .....	126
7.3.2	Penulangan Geser.....	131
7.3.3	Penulangan Torsi .....	133
7.4	PERENCANAAN MOORING DOLPHIN .....	140
7.4.1	Penulangan Mooring Dolphin.....	140
7.5	PERENCANAAN BREASTING DOLPHIN .....	146
7.5.1	Perencanaan Plank Fender .....	147
7.5.2	Penulangan Breastling Dolphin.....	151
7.6	PERENCANAAN CATWALK .....	159
7.7	PERHITUNGAN KOLOM VIRTUAL .....	161
7.8	PERHITUNGAN <i>PILE CAP</i> .....	162
7.8.1	Perhitungan Penulangan Arah x.....	163
7.8.2	Perhitungan Penulangan Arah y.....	164
7.8.3	Perhitungan Geser Pons Pada <i>Pile Cap</i> .....	165
7.9	PERHITUNGAN <i>SHEAR RING</i> DAN TULANGAN ISIAN PANCANG .....	166

7.9.1	Kontrol Kekuatan Beton Dalam Tiang .....	167
7.9.2	Kontrol Retak Poer .....	167
7.9.3	Kontrol Kekuatan Las .....	168
7.9.4	Tulangan dari Tiang ke Struktur Atas.....	169
7.9.5	Jarak Shear Ring .....	169
7.9.6	Panjang Penyaluran.....	169
7.9.7	Base Plate.....	170
7.10	PERHITUNGAN PENULANGAN ABUTMENT ...	173
7.10.1	Perhitungan Penulangan Arah X.....	174
7.10.2	Perhitungan Penulangan Arah Y.....	175
7.11	PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI.....	179
7.11.1	Daya Dukung Tanah <i>Unloading Platform</i> Ø812,8 mm	179
<b>BAB VIII METODE PELAKSANAAN .....</b>		<b>187</b>
8.1	UMUM.....	187
8.2	PEKERJAAN PERSIAPAN .....	187
8.2.1	Pekerjaan Pengukuran.....	187
8.2.2	Pekerjaan Pembersihan .....	188
8.2.3	Pembuatan Lokasi Gudang Material dan Peralatan ( <i>Stockyard</i> ) .....	188
8.2.4	Pembuatan Direksi Keet .....	189
8.2.5	Mobilisasi dan Demobilisasi .....	190
8.3	PEKERJAAN ABUTMENT.....	190
8.3.1	Pekerjaan Pemasangan <i>Sheet Pile</i> .....	190

8.3.2	Pekerjaan Pemancangan Abutment.....	191
8.3.3	Pekerjaan Galian Sekitar Pile.....	193
8.3.4	Pekerjaan <i>Dewatering</i> .....	194
8.3.5	Pekerjaan Pembuatan Lantai Kerja .....	194
8.3.6	Pemasangan <i>Base Plate</i> dan Tulangan <i>Shear Ring</i> 195	
8.3.7	Pembesian dan Pemasangan Bekisting pada <i>Pile Cap</i> Abutmen .....	195
8.3.8	Pengecoran dan Curing <i>Pile Cap</i> Abutmen .....	197
8.3.9	Pekerjaan Dinding Abutmen .....	198
8.3.10	Pekerjaan <i>Pier Head</i> Abutmen .....	198
8.4	METODE KONSTRUKSI PEMANCANGAN.....	199
8.4.1	Tahap Pengangkutan dari <i>Stockyard</i> .....	199
8.4.2	Tahap Pemancangan Tiang Pancang.....	200
8.4.3	Tahap Penyambungan Tiang Pancang .....	203
8.4.4	Tahap Pemotongan Tiang Pancang.....	203
8.4.5	Tahap Pekerjaan Isian Beton Tiang Pancang.....	204
8.5	PEKERJAAN PILE CAP .....	205
8.5.1	Pekerjaan Bekisting .....	205
8.5.2	Pekerjaan Pembesian .....	206
8.5.3	Pekerjaan Pengecoran .....	206
8.6	PEKERJAAN BALOK .....	206
8.6.1	Pekerjaan Pembesian .....	206
8.6.2	Pekerjaan Bekisting .....	207



8.6.3 Pekerjaan Pengecoran .....	208
8.7 PEKERJAAN PELAT LANTAI.....	209
8.7.1 Pekerjaan Bekisting .....	209
8.7.2 Pekerjaan Pembesian .....	209
8.7.3 Pekerjaan Pengecoran .....	210
<b>BAB IX RENCANA ANGGARAN BIAYA .....</b>	<b>211</b>
9.1 Umum.....	211
9.2 Harga Material, Upah dan Alat .....	211
9.3 Analisa Harga Satuan .....	213
9.4 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	218
<b>BAB X PENUTUP .....</b>	<b>227</b>
10.1 Kesimpulan.....	227
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>237</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Gambar 1. 1. Lokasi Kabupaten Pulang Pisau .....	4
Gambar 1. 2. Kawasan Pelabuhan Pulang Pisau .....	4
Gambar 1. 3. Wilayah Pengembangan Pelabuhan Pulang Pisau ...	5

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Gambar 2.1. Layout Eksisting Dermaga .....	8
Gambar 2.2. Layout Rencana .....	8
Gambar 2.3. Contoh dermaga open pier dengan dolphin .....	13
Gambar 2.4. Elevasi Dermaga.....	15
Gambar 2.5. Keterangan Dimensi Kapal.....	17
Gambar 2.6. Kapal yang Bersandar.....	19
Gambar 2.7. Jarak pusat berat kapal sampai titik sandar kapal ...	21
Gambar 2.8. Jari-jari disekeliling pusat berat kapal .....	21
Gambar 2.9. Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013).....	25
Gambar 2.10. Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013) .....	25
Gambar 2.11. Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013) .....	26
Gambar 2.12. Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013).....	26
Gambar 2.13. Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013).....	27

Gambar 2.14. Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013).....	27
Gambar 2.15 Regangan dan tegangan pada beton bertulang (SNI T-12-2004).....	31
Gambar 2.16. Benturan kapal pada Dermaga.....	41
Gambar 2.17. Jarak antara fender.....	42
Gambar 2.18. Tipe-tipe Fender (Marine Fender Design Manual, Bridgestone) .....	43

#### **BAB IV PENGOLAHAN DATA**

Gambar 4.1. Diagram Mawar Angin Pelabuhan Pulang Pisau dari tahun 2011 – 2015 (Sumber : Perhitungan WRPlot).....	65
Gambar 4.2. Peta Bathymetri Pelabuhan Pulang Pisau (PT. Pelindo III) .....	66
Gambar 4.3. Hubungan antara HWL, MWL, LWL .....	67
Gambar 4.4. Marine Loading Arm Emco Weathon Type B003 .	69
Gambar 4.5. Boring Profil (BH – 1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 0,00 m – 20,45 m (KSE, 2014) .....	70
Gambar 4.6. Boring Profil (BH – 1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 20,00 m – 40,00 m (KSE, 2014) .....	71
Gambar 4. 7 Posisi Breasting Dolphin Terhadap Kapal.....	76

#### **BAB VI PEMBEBANAN**

Gambar 6.1. Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833-2013 – Gambar 2) .....	83
Gambar 6.2. Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833-2013 – Gambar 3) .....	84
Gambar 6.3. Grafik Respon Spektrum .....	88
Gambar 6.4. Gaya yang bekerja pada Bollard .....	90

Gambar 6.5. Bollard Tipe T-Head kapasitas 50 ton.....	93
Gambar 6.6. Jumlah Bollard Minimum.....	94
Gambar 6. 7 Model Merapat Kapal pada Dolphin .....	97
Gambar 6.8. Fender SM 800H L = 2 meter.....	100
Gambar 6.9. Pemasangan Fender Arah Vertikal .....	101
Gambar 6.10. Posisi Kapal menambat di breasting dolphin saat kondisi surut .....	101
Gambar 6.11. Kondisi kapal menambat di breasting dolphin saat kondisi pasang. ....	101
Gambar 6.12. Panjang Angkur ( Marine Fender Design Manual) .....	102
Gambar 6.13. Beban UDL Tipe 1 pada Platform .....	103
Gambar 6.14. Beban UDL Tipe 2 pada Platform .....	104
Gambar 6.15. Beban UDL Tipe 3 pada Platform .....	104
Gambar 6.16. Beban UDL Tipe 3 pada Platform .....	104
Gambar 6.17. Mitsubishi FI 1217 .....	105
Gambar 6.18. Jalur 1 Truk pada Platform .....	106
Gambar 6.19. Jalur 2 Truk pada Platform .....	106
Gambar 6.20. Jalur 3 Truk pada Platform .....	106
Gambar 6.21. Beban UDL Tipe 1 pada Trestle.....	108
Gambar 6.22. Beban UDL Tipe 2 pada Trestle.....	108
Gambar 6.23. Beban UDL Tipe 3 pada Trestle.....	108
Gambar 6.24. Beban UDL Tipe 4 pada Trestle.....	108
Gambar 6.25. Mitsubishi FI 1217 .....	109
Gambar 6.26. Jalur Beban Berjalan Truk.....	109

## **BAB VII ANALISA STRUKTUR**

Gambar 7.1. Model Unloading Platform .....	113
Gambar 7.2. Model Mooring Dolphin.....	114
Gambar 7.3. Model Breasting Dolphin .....	114

Gambar 7.4. Model Catwalk .....	115
Gambar 7.5. Model Trestle.....	115
Gambar 7.6. Model Abutment.....	116
Gambar 7.7. Tipe Plat pada Platform .....	116
Gambar 7. 8. Posisi Mooring Dolphin Terhadap Kapal .....	140
Gambar 7. 9. Tampak Atas Mooring Dolphin.....	140
Gambar 7. 10. Posisi BD2 dan BD 3 Terhadap Kapal .....	146
Gambar 7. 11. Posisi BD1 dan BD 4 Terhadap Kapal .....	146
Gambar 7. 12. Plank Fender .....	147
Gambar 7. 13. Titik Berat Plank Fender.....	148
Gambar 7. 14. BD1 & BD4 (Menahan Mooring dan Berthing) .....	151
Gambar 7. 15. BD2 & BD3 (Menahan Berthing saja) .....	151
Gambar 7. 16. Detail Bagian- Bagian pada Abutmen .....	173
Gambar 7. 17 Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pada pondasi ujung tiang (Sumber : Buku Mekanika Tanah Kazuto Nakazawa).....	181
Gambar 7. 18 Diagram Intensitas Daya Dukung Ultimate (Penggambaran dengan Autocad).....	181

## **BAB VIII METODE PELAKSANAAN**

Gambar 8.1. Lokasi Direksi Keet dan Stockyard .....	189
Gambar 8.2. Mobile Crane Kobelco RK-16.....	192
Gambar 8.3. Titik Pemancangan Abutment .....	192
Gambar 8.4. Volume Galian Abutment.....	193
Gambar 8.5. Contoh Pembesian Pile Cap Abutmen.....	196
Gambar 8.6. Bagian Pile Cap yang dicor .....	197
Gambar 8.7. Bagian Dinding Abutmen yang dicor .....	198
Gambar 8.8. Bagian Pier Head Abutmen yang dicor .....	199
Gambar 8.9. Proses Pemasangan Base Plate .....	204
Gambar 8.10. Pemasangan Landasan untuk Bekisting.....	205

Gambar 8.11. Contoh Pekerjaan Pembesian Balok .....	207
Gambar 8.12. Contoh Bekisting Balok dan Pelat Lantai dari Kayu .....	208
Gambar 8.13. Contoh Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai .....	209
Gambar 8.14. Contoh Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai .....	210

***“Halaman ini sengaja dikosongkan.”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tinggi Jagaan .....	16
Tabel 2.2. Bridgestone Marine Fender Design Manual .....	17
Tabel 2.3. Tabel Kecepatan merapat kapal pada dermaga .....	20
Tabel 2.4. Hubungan ukuran kapal dengan kecepatan merapat ..	41
Tabel 2.5. Tabel Kebutuhan Bollard .....	44
Tabel 2.6 Berat Besi .....	48
Tabel 2.7 Kebutuhan kayu untuk Bekisting .....	50
Tabel 4.1. Tabel Dimensi Kapal.....	63
Tabel 4.2. Prosentase kejadian angin pada berbagai arah dan kecepatan dari tahun 2011-2015.....	64
Tabel 4.3. Data Arus Sungai Kahayan .....	68
Tabel 4.4. Marine Loading Arm Emco Wheaton .....	68
Tabel 4.5. Sifat mekanis tulangan baja (SNI 2052-2014) .....	72
Tabel 6.1. Perhitungan N rata-rata .....	81
Tabel 6.2. Klasifikasi Situs (SNI 2833-2013 – Tabel 2) .....	82
Tabel 6.3. Koefisien Situs, Fa (SNI 2833-2013 – Tabel 4).....	85
Tabel 6.4. Koefisien Situs, Fv (SNI 2833-2013 – Tabel 5).....	85
Tabel 6.5. Tabel Perhitungan Spectra Acceleration .....	86
Tabel 6.6. Beban Tarikan pada Bollard.....	90
Tabel 6.7. Resume Gaya Tambat Kapal 15000 DWT.....	93
Tabel 6.8. Dimensi Bollard T-Head .....	93
Tabel 6.9. Resume Hasil Perhitungan Energi Fender.....	99
Tabel 6.10. Spesifikasi Super M Fender 800H (M2) .....	99
Tabel 6.11. Panjang Angkur.....	102
Tabel 6.12. Spesifikasi Teknis Marine Loading Arm Emco Weathon .....	107
Tabel 6.13. Kombinasi Beban .....	111



Tabel 7.1. Momen Ultimit Pelat A1 Unloading Platform .....	117
Tabel 7.2. Rekapitulasi Penulangan Pelat A2 Platform.....	124
Tabel 7.3. Rekapitulasi Penulangan A3 Trestle .....	125
Tabel 7.4. Rekapitulasi Penulangan A4 Trestle .....	125
Tabel 7.5. Rekapitulasi Penulangan Balok Trestle dan Platform .....	139
Tabel 7. 6. Rekapitulasi Penulangan Dolphin .....	158
Tabel 7. 7 Baja WF 440.300.11.18.....	159
Tabel 7. 8 Baja WF 350.175.7.11 .....	159
Tabel 7. 9 Baja WF 100.50.5.7.....	160
Tabel 7. 10. Rekapitulasi Penulangan Pile Cap.....	166
Tabel 7. 11. Rekapitulasi Perhitungan Shear Ring dan Tulangan Isian Pancang .....	172
Tabel 7. 12. Rekapitulasi Penulangan Abutmen.....	178
Tabel 7. 13 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Unloading Platform .....	185
Tabel 7. 14 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Trestel .....	185
Tabel 7. 15 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Abutmen .....	185
Tabel 7. 16 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Mooring Dolphin.....	186
Tabel 7. 17 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Breasting Dolphin 1 & 4.....	186
Tabel 7. 18 Reakpitulasi Daya Dukung Tanah pada Breasting Dolphin 2 & 3 .....	186
Tabel 8.1. Tiang Pancang Platform .....	200
Tabel 8.2. Tiang Pancang Trestle .....	200
Tabel 8.3. Tiang Pancang Catwalk.....	201
Tabel 8.4. Tiang Pancang Mooring Dolphin .....	201
Tabel 8.5. Tiang Pancang Berthing Dolphin .....	202

Tabel 9. 1 Daftar Harga Upah .....	211
Tabel 9. 2 Daftar Harga Material.....	212
Tabel 9. 3 Daftar Harga Alat .....	213
Tabel 9. 4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan .....	214
Tabel 9. 5 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Trestel .....	219
Tabel 9. 6 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Unloading Platform .....	220
Tabel 9. 7 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Mooring Dolphin .....	221
Tabel 9. 8 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Breasting Dolphin 1 & 4.....	222
Tabel 9. 9 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Breasting Dolphin 2 & 3.....	223
Tabel 9. 10 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Abutmen.....	224
Tabel 9. 11 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Catwalk .....	225
Tabel 9. 12 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Total .....	226
Tabel 10. 1 Penulangan Plat Lantai Platform dan Trestle .....	229
Tabel 10. 2 Penulangan Balok Platform dan Trestle .....	230
Tabel 10. 3 Penulangan Pile Cap.....	230
Tabel 10. 4 Resume Penulangan Shear Ring dan Panjang Penyaluran .....	231
Tabel 10. 5 Resume Daya Dukung Tiang.....	232

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal dan melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat padadermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan pelabuhan dengan aman, cepat dan lancar. Di belakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan. (Triatmojo, 2009).

Pelabuhan Pulang Pisau sendiri untuk saat ini memiliki 3 tipe dermaga, yaitu dermaga curah cair, dermaga kayu dan dermaga umum. Dengan aktifitas bongkar muat yang paling utama pada Pelabuhan Pulang Pisau ada pada dermaga curah cair yang berada pada sisi barat Pelabuhan Pulang Pisau. Dermaga khusus curah cair hanya memiliki kapasitas pelayanan kapal *oil carrier* sebesar 5000 DWT.

Dermaga curah cair di Pelabuhan Pulang Pisau berada pada hilir Sungai Kahayan, Palangkaraya, Kalimantan Tengah yang masih dalam wilayah kerja PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo) III Cabang Banjarmasin yang bekerja sama dengan PT. GrahaInti Jaya yang melakukan kegiatan bongkar muat barang curah cair berupa CPO (*Crude Palm Oil*) di pelabuhan ini. Dengan hanya berjarak kurang lebih 90 km dari pusat Kota Palangkaraya, Pelabuhan Pulang Pisau dinilai memiliki iposisi yang strategis mengingat Kota Palangkaraya sendiri berada diantara dua provinsi, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Keberadaan Pelabuhan Pulang Pisau dengan segala potensi daerah dimiliki diharapkan akan dapat memajukan perekonomian maupun perdagangan kawasan sekitar. Kemandirian energy untuk kawasan Palangkaraya dan sekitarnya tentu diharapkan

mengingat hasil bongkar muat utama di Pelabuhan Pulang Pisau adalah CPO.

Melihat perkembangan dan segala potensinya, maka dalam Tugas Akhir ini akan dibahas tentang desain struktur dermaga yang akan digunakan pada dermaga curah cair di Sungai Kahayan dengan menggunakan kapal rencana *oil carier* dengan kapasitas 15.000 DWT. Selain itu direncanakan pula kapal dengan kapasitas dibawah 15.000 DWT tetap bisa menggunakan fasilitas dermaga curah cair ini. Dengan cara melakukan rekayasa pada jumlah dan jarak *dolphin* dari dermaga utama yang terhubung dengan *jetty*.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut :

- a. Bagaimana merencanakan layout yang tepat untuk membangun dermaga curah cair di wilayah pengembangan Pelabuhan Pulang Pisau?
- b. Bagaimana merencanakan detail struktur dermaga curah cair di Pelabuhan Pulang Pisau?
- c. Bagaimana metode pelaksanaan pembangunan dermaga curah cair di Pelabuhan Pulang Pisau?

## 1.3 TUJUAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini dengan melihat permasalahan diatas, maka maksud dan tujuan studi perencanaan detail struktur dermaga ini adalah :

- a. Membuat perencanaan layout untuk dermaga curah cair Pelabuhan Pulang Pisau.
- b. Menentukan detail struktur dermaga curah cair Pelabuhan Pulang Pisau.
- c. Menentukan metode pelaksanaan pembangunan dermaga curah cair Pelabuhan Pulang Pisau.

## 1.4 MANFAAT

1. Dapat merencanakan layout dan detail struktur dermaga curah cair Pelabuhan Pulang Pisau sesuai kapasitas kapal yang diharapkan dapat bersandar pada dermaga tersebut.
2. Dengan adanya perencanaan dermaga curah cair di Pelabuhan Pulang Pisau, penulisan Tugas Akhir ini dapat menjadi pertimbangan pengembangan dermaga curah cair.
3. Dapat meningkatkan kapasitas bongkar muat dermaga sehingga aktivitas di dermaga menjadi lancar, mengingat komoditas paling utama pada Pelabuhan Pulang Pisau adalah CPO (*Crude Palm Oil*).

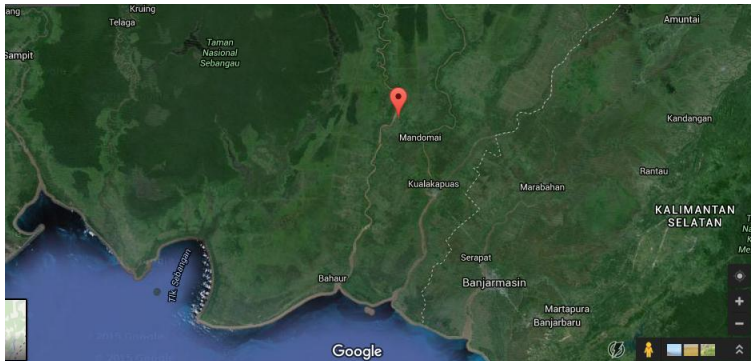
## 1.5 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

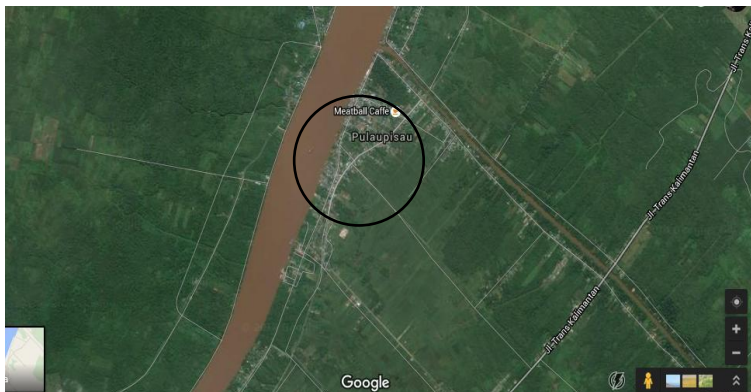
- a. Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder.
- b. Tugas Akhir ini tidak dilengkapi dengan perencanaan tangki sebagai tempat penyimpanan curah cair.
- c. Menentukan tipe layout berdasarkan layout yang diperoleh dari PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero).
- d. Perencanaan detail yang akan dibahas hanya struktur dermaga curah, sedangkan fasilitas terminal tidak dibahas dalam perencanaan dan perhitungan.
- e. Menghitung kebutuhan bangunan sekunder dermaga seperti fender dan bollard
- f. Tidak merencanakan kolam putar dermaga.

## 1.6 LOKASI

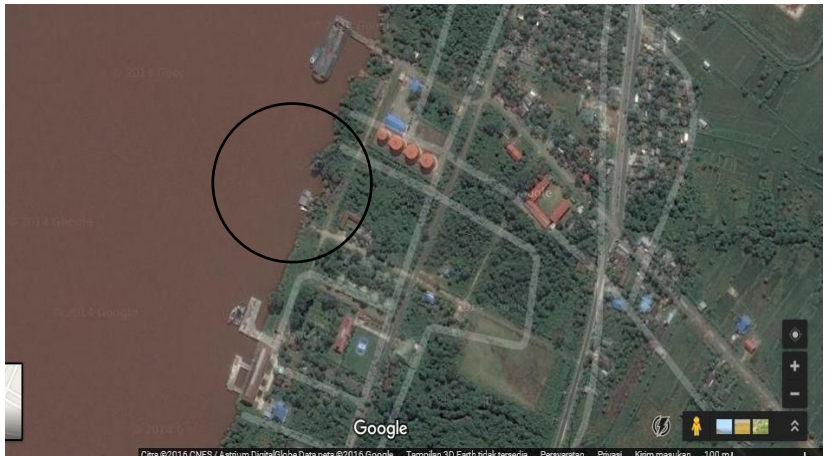
Lokasi studi dari tugas akhir ini adalah di pelabuhan laut Kahayan kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah.



**Gambar 1. 1. Lokasi Kabupaten Pulang Pisau**



**Gambar 1. 2. Kawasan Pelabuhan Pulang Pisau**



**Gambar 1. 3. Wilayah Pengembangan Pelabuhan Pulang Pisau**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan.”***



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 TINJAUAN UMUM**

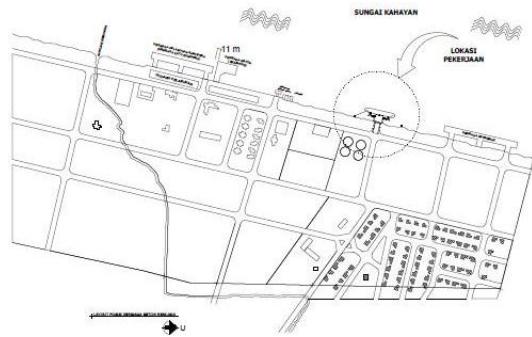
Pada bab ini dibahas mengenai gambaran perencanaan dan perhitungan yang akan dipakai pada perencanaan Dermaga Kapal Curah cair. Pada perencanaan tersebut digunakan beberapa metode dan perhitungan yang bersumber dari berbagai referensi yang terkait dengan jenis perencanaan ini.

Perencanaan dermaga tergantung dari berbagai faktor di mana setiap faktor tersebut memiliki permasalahan dan pengaruh sendiri. Permasalahan dan pengaruh yang timbul harus dapat dicermati dan diantisipasi dengan baik sehingga nantinya diharapkan dapat menghasilkan kualitas perencanaan yang baik dan efektif.

Dalam perencanaan dermaga curah cair di pelabuhan Pulang Pisau mengacu pada pertimbangan – pertimbangan pokok yang meliputi :

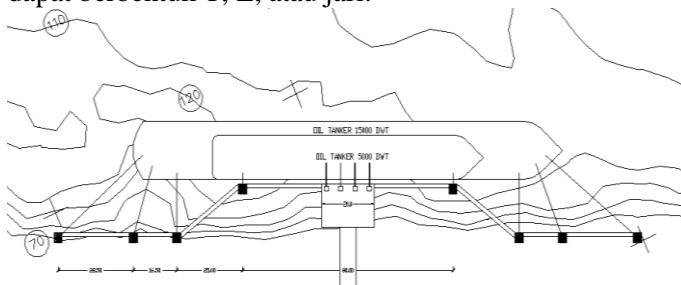
- a. Tipe dan dimensi dermaga disesuaikan jenis kapal dan sistem bongkar muat yang digunakan
- b. Alat sandar (*berth*) dermaga curah cair menggunakan *berthing dolphin*
- c. Lebar dermaga (loading platform) cukup untuk pengoperasian sistem bongkar muat yang digunakan

Dermaga curah cair ini terletak pada bagian utara dari wilayah pengembangan pelabuhan Pulang Pisau. Dimana letaknya didekat tangki timbun yang akan dioperasikan oleh PT. Graha Inti Jaya.



**Gambar 2.1. Layout Eksisting Dermaga**

Dermaga dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *wharf* atau *quay* dan *jetty* atau *pier*. *Wharf* adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Wharf* juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang ada dibelakangnya. Sedangkan *jetty* atau *pier* adalah dermaga yang menjorok ke laut. Berbeda dengan *wharf* yang digunakan pada satu sisi atau dua sisinya, yang biasanya sejajar dengan sejajar dengan pantai dan dihubungkan dengan daratan oleh jembatan yang biasanya membentuk sudut tegak lurus dengan *jetty*, sehingga *jetty* dapat berbentuk T, L, atau jari.



**Gambar 2.2. Layout Rencana**

## 2.2 DASAR PERENCANAAN DERMAGA

Pedoman atau dasar perencanaan yang digunakan dalam perencanaan Dermaga Curah Cair Pulang Pisau Palangkaraya secara umum dari buku-buku sebagai berikut :

1. Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, 2009
2. Perencanaan Pelabuhan, Soedjono Kramdibarata, 2002
3. *Standart Design and Criteria for Ports in Indonesia, (Communications)*, 1984
4. SNI 03-2847-2013, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, 2013
5. SNI 03-2833-2013, Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.
6. SNI T-12-2004, Struktur Beton Jembatan.
7. *Marine Fender Design Manual, Bridgestone*

## 2.3 DERMAGA

### 2.3.1 Pengertian Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal dan melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan pelabuhan dengan aman, cepat dan lancar. Di belakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan. (Triatmojo, 2009).

### 2.3.2 Perencanaan Dermaga

Pada perencanaan dermaga harus dipertimbangkan semua aspek yang mungkin akan berpengaruh baik pada saat pelaksanaan konstruksi maupun pada saat pengoperasian dermaga. Penggunaan peraturan dan persyaratan-persyaratan dimaksudkan untuk memperoleh desain yang memenuhi syarat

keamanan, fungsi dan biaya konstruksi. Persyaratan dari desain dermaga pada umumnya mempertimbangkan lingkungan, pelayanan konstruksi, sifat-sifat material dan persyaratan-persyaratan sosial. Elemen-elemen yang dipertimbangkan dalam perencanaan dermaga antara lain:

- a. Fungsi  
Fungsi dermaga berkaitan dengan tujuan akhir penggunaan dermaga, apakah untuk melayani penumpang, barang atau untuk keperluan khusus seperti untuk melayani transportasi minyak dan gas alam cair.
- b. Tingkat kepentingan  
Pertimbangan tingkat kepentingan biasanya menyangkut adanya sumber daya yang bernilai ekonomi tinggi yang memerlukan fasilitas pendistribusian atau menyangkut sistem pertahanan nasional.
- c. Umur (*life time*)  
Pada umumnya umur rencana (*life time*) ditentukan oleh fungsi, sudut pandang ekonomi dan sosial untuk itu maka harus dipilih material yang sesuai sehingga konstruksi dapat berfungsi secara normal sampai umur rencana.
- d. Kondisi lingkungan  
Selain gelombang, gempa, kondisi topografi tanah yang berpengaruh langsung pada desain, juga harus diperhatikan pengaruhnya konstruksi terhadap kualitas air, kehidupan hewan dan tumbuhan serta udara sekitar.
- e. Beban yang bekerja
- f. Material yang digunakan
- g. Faktor Keamanan  
Faktor keamanan berlaku sebagai indeks yang mewakili keamanan desain suatu struktur, bermanfaat untuk mengkompensasikan ketidakpastian dalam

desain yang biasanya terjadi akibat kurangnya ketelitian dan *human error* dalam desain maupun pelaksanaan konstruksi.

- h. Periode Konstruksi
- i. Biaya Konstruksi
- j. Biaya Perawatan

Dalam perencanaan dermaga pertimbangan-pertimbangan pokok yang diperlukan pada pemilihan tipe dermaga secara umum adalah:

1. Tinjauan topografi daerah pantai

Tinjauan topografi daerah pantai yang akan dibangun dermaga sangat penting dilakukan karena berkaitan dengan keamanan, efektifitas, kemudahan proses pengerjaan dan faktor ekonomis. Misalnya pada perairan yang dangkal sehingga kedalaman yang cukup agak jauh dari darat, penggunaan *jetty* akan lebih ekonomis karena tidak diperlukan pengerukan yang besar. Sedang pada lokasi dimana kemiringan dasar cukup curam, pembuatan *pier* dengan melakukan pemancangan tiang di perairan yang dalam menjadi tidak praktis dan sangat mahal. Dalam hal ini pembuatan *wharf* bisa dipandang lebih tepat. Jadi bisa disimpulkan kalau tinjauan topografi sangat mempengaruhi dalam pemilihan alternatif tipe dermaga yang direncanakan.

2. Jenis kapal yang dilayani

Jenis kapal yang dilayani berkaitan dengan dimensi dermaga yang direncanakan. Selain itu juga aktifitas yang mungkin harus dilakukan pada proses bongkar muat dan peruntukan dermaga akan mempengaruhi pertimbangan pemilihan tipe dermaga. Dermaga yang akan melayani kapal minyak (*tanker*) dan kapal barang curah mempunyai konstruksi yang ringan dibanding dengan dermaga barang potongan (*general cargo*), karena dermaga tersebut tidak

memerlukan peralatan bongkar muat yang besar (*crane*), jalan kereta api, gudang-gudang dan sebagainya. Untuk melayani kapal tersebut, biasanya penggunaan *pier* dipandang lebih ekonomis. Untuk keperluan melayani kapal *tanker* atau kapal barang curah yang sangat besar biasanya dibuat tambatan lepas pantai dan proses bongkar muat dilakukan menggunakan kapal yang lebih kecil atau tongkang dan barang akan dibongkar di dermaga tepi pantai yang berukuran relatif lebih kecil.

### 3. Daya dukung tanah

Kondisi tanah sangat menentukan dalam pemilihan tipe dermaga. Pada umumnya tanah di dekat dataran memiliki daya dukung yang lebih besar daripada tanah di dasar laut. Dasar laut umumnya terdiri dari endapan lumpur yang padat. Ditinjau dari daya dukung tanah, pembuatan *wharf* akan lebih menguntungkan. Tapi apabila tanah dasar berupa karang, pembuatan *wharf* akan mahal karena untuk mendapatkan kedalaman yang cukup di depan *wharf* diperlukan pengerukan yang besar. Dalam hal ini pembuatan *jetty* akan lebih ekonomis karena tidak diperlukan pengerukan dasar karang dengan mempertimbangkan letak dermaga yang berada di perairan hilir Sungai Kahayan. Dermaga ini mencakup sebuah *loading platform* yang terhubung *trestle* dan dilengkapi dengan *breasting dolphin* dan *mooring dolphin*.

### 2.3.3 Konstruksi Dermaga

Pada tugas akhir ini digunakan konstruksi dermaga *open pier*. Pada ujungnya terdapat *dolphin*, baik yang berbentuk *mooring dolphin* maupun *breasting dolphin*. Adapun bentuk konstruksi diatas adalah sebagai berikut :

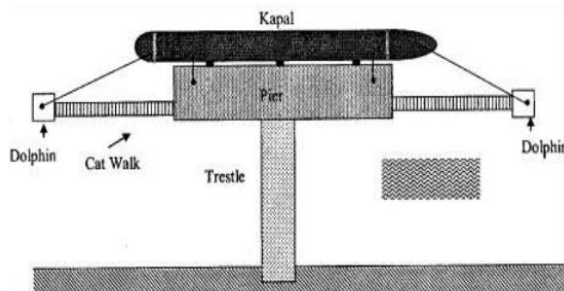
a) ***Open Pier***

Konstruksi *open pier* dikenal juga sebagai *jetty pier* yang merupakan bangunan dermaga yang didukung tiang pancang berada diatas tanah dasar laut hingga di bawah balok atau poer.

Struktur *open pier* dibedakan antara yang seluruhnya ditopang tiang pancang tegak dan kombinasi antara tiang tegak dan miring. Pemilihan tipe struktur ini dilakukan karena beberapa sebab diantaranya :

- Dapat dibangun menjorok kearah tengah sungai sehingga mengurangi pekerjaan pengerukan dan dengan biaya struktur yang relatif lebih murah.
- Relatif murah pelaksanaannya dan mudah pemeliharaannya.

Dermaga menerima beban yang bekerja pada struktur tersiri dari beban vertikal dan beban horizontal.



**Gambar 2.3. Contoh dermaga *open pier* dengan *dolphin***

**b) *Dolphin***

*Dolphin* adalah konstruksi yang digunakan sebagai tempat untuk bertambat kapal-kapal yang berukuran besar. *Dolphin* biasanya digunakan bersama konstruksi *pier* atau *wharf*. *Dolphin* banyak digunakan pada dermaga yang melayani bongkar muat barang curah, seperti pada dermaga curah cair Pelabuhan Pulang Pisau ini. Alat penambat direncanakan untuk bisa menahan gaya horizontal yang diakibatkan oleh benturan kapal, tiupan angin dan dorongan arus yang mengenai badan kapal saat ditambatkan.

Ada dua tipe *dolphin* yaitu *mooring dolphin* dan *breasting dolphin*. *Dolphin* penahan berukuran lebih besar karena direncanakan untuk menahan gaya benturan kapal, pada *dolphin* penahan dilengkapi *fender* untuk meredam tumbukan kapal secara langsung pada dermaga. Sedangkan *dolphin* penambat hanya dilengkapi oleh *boulder* untuk menahan gaya tarikan kapal. Menurut konstruksinya terbagi menjadi *dolphin* lentur dan *dolphin* kaku. *Dolphin* lentur terdiri dari kelompok tiang yang terbuat dari bahan kayu, besi, atau beton yang diikat menggunakan kabel baja. Tiang pancang yang berada di tengah, biasanya lebih panjang sehingga memungkinkan untuk meningkatkan tali tambatan kapal. *Dolphin* lentur juga dapat berupa tiang pancang yang disusun simetris, tiang tersebut dipancang agak miring dan bagian atasnya disatukan. Biasanya *dolphin* lentur digunakan untuk kapal kecil, kurang dari 5000 DWT. Untuk kapal berukuran antara 9000 DWT – 17000 DWT digunakan konstruksi *dolphin* kaku dengan *platform* yang berfungsi seperti *poer* / menyatukan tiang pancang. Jika ukuran kapal lebih besar dari 17000 DWT



akan digunakan tambatan kapal yang terbuat dari plat beton tebal yang didukung tiang pancang vertikal dan miring.

## 2.4 DIMENSI DERMAGA

### 2.4.1 Panjang Dermaga

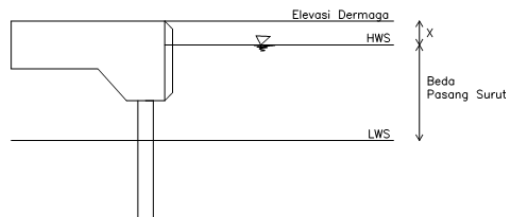
Secara prinsip panjang dermaga menurut pasal VIII.I.I. *Standard Design Criteria Port in Indonesia*, 1984 panjang tambatan kapal adalah panjang kapal + 10% LOA. Menurut data kapal yang ada, kapal yang menggunakan fasilitas dermaga ini memiliki ukuran antara 5000 DWT – 15000 DWT. Perencanaan panjang area tambatan pada tugas akhir ini berdasarkan ukuran kapal sebesar 15.000 DWT.

### 2.4.2 Lebar Dermaga

Lebar dermaga direncanakan sesuai dengan kebutuhan dermaga. Perhitungan lebar dermaga dilakukan dengan memperhitungkan jarak tepi dan kebutuhan manuver peralatan yang berada diatas dermaga. Dalam tugas akhir ini, lebar dermaga menyesuaikan kegunaan dermaga yaitu dermaga curah cair. Tipe dermaga ini tidak memerlukan lebar dermaga yang besar, karena penanganan muatan dilakukan dengan transpor melalui pipa.

### 2.4.3 Elevasi Dermaga

Tinggi lantai dermaga dihitung dalam keadaan air pasang



**Gambar 2.4. Elevasi Dermaga**

Penentuan elevasi dermaga ditentukan oleh pasang surut air laut. Berdasarkan *Tabel 7.2 Standard Design Criteria for Port in Indonesia, 1984*, ditentukan sebagai berikut.

**Tabel 2.1. Tinggi Jagaan**

<b>For a bert with</b>	<b>Tidal range 3m or more</b>	<b>Tidal range Less than 3m</b>
Depth of 4.5m or more	0.5 – 1.5 m	1.0 – 2.0 m
Depth of less than 4.5 m	0.3 – 1m	0.5 – 1.5 m

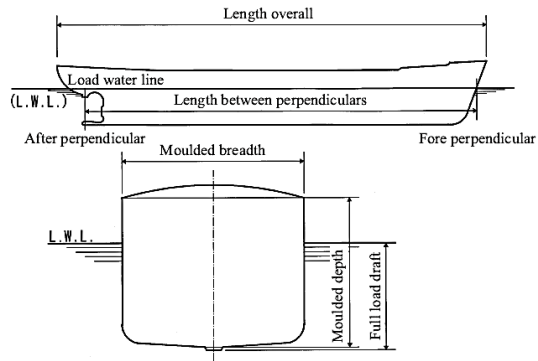
Elevasi dermaga ditentukan dengan rumus :

$$H = HWS + X \dots\dots\dots (2.1)$$

X = Alokasi jarak elevasi dermaga dari posisi HWS)

#### **2.4.4 Karakteristik Kapal**

Kapal yang direncanakan dalam perencanaan ini adalah kapal *tanker oil carrier* dengan kapasitas 15000 DWT. Karakteristik kapal digunakan untuk mengetahui dimensi-dimensi kapal meliputi panjang kapal, tinggi kapal, kedalaman draft dan lain-lain. Berikut adalah gambar kapal dan keterangan mengenai pengukuran dimensi kapal.



**Gambar 2.5. Keterangan Dimensi Kapal**

**Tabel 2.2. Bridgestone Marine Fender Design Manual**

Tanker								Berthing energy (ton-m)		
Dead weight tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (ton)	Estimated weight (ton)	Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.15 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)
1,000	1,333	61	8.9	4.5	4.2	866	2,199	0.6	1.4	2.2
2,000	2,667	76	11.2	5.7	5.1	1,591	4,258	1.1	2.5	4.3
3,000	4,000	87	12.8	6.5	5.7	2,274	6,274	1.6	3.6	6.4
4,000	5,333	96	14.0	7.2	6.2	2,969	8,302	2.1	4.7	8.5
5,000	6,667	103	15.1	7.8	6.5	3,501	10,168	2.6	5.9	10.4
6,000	8,000	110	16.0	8.2	6.9	4,214	12,214	3.1	7.0	12.5
7,000	9,331	116	16.8	8.7	7.2	4,838	14,169	3.6	8.1	14.5
8,000	10,667	126	15.7	9.0	7.4	5,552	16,219	4.1	9.2	16.6
10,000	13,333	140	17.2	9.8	7.9	7,030	20,363	5.2	11.7	20.8
12,000	16,000	150	18.4	10.4	8.3	8,314	24,314	6.2	14.0	24.8
15,000	20,000	163	20.0	11.2	8.8	10,156	30,156	7.7	17.3	30.8
17,000	22,667	170	21.0	11.7	9.1	11,327	33,994	8.7	19.6	34.7
20,000	26,667	164	23.7	12.3	9.5	11,909	38,576	9.8	22.1	39.4
25,000	33,333	176	25.5	13.3	10.1	14,446	47,779	12.2	27.5	48.8

## 2.5 PEMBEBANAN DERMAGA

Dermaga menerima beban yang bekerja pada struktur terdiri dari beban vertikal dan beban horizontal

### 2.5.1 Pembebanan arah vertikal

#### a) Beban Mati

Berat mati atau berat sendiri merupakan berat dari beban-beban mati yang secara permanen dan konstan selama waktu hidup konstruksi yaitu beban pelat, balok memanjang dan melintang serta poer.

Untuk beban pelat, pertama dihitung beban terbagi ratanya pada setiap luasan pelat, kemudian dicari beban terbagi rata ekuivalensinya yang akan diterima oleh balok. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pelaksanaan analisa strukturnya. Pada balok, beban terbagi ratanya tergantung dari beban yang direncanakan. Pada akhirnya kesemua beban diatas dijadikan satu beban yang dinamakan berat sendiri. Berikut adalah berat jenis material konstruksi pada struktur dermaga :

- Beton bertulang :  $2.400 \text{ kg/m}^3$
- Beton basah :  $2.500 \text{ kg/m}^3$
- Baja :  $7.850 \text{ kg/m}^3$
- Aspal beton :  $2.300 \text{ kg/m}^3$
- Beban lantai :  $2.000 \text{ kg/m}^3$

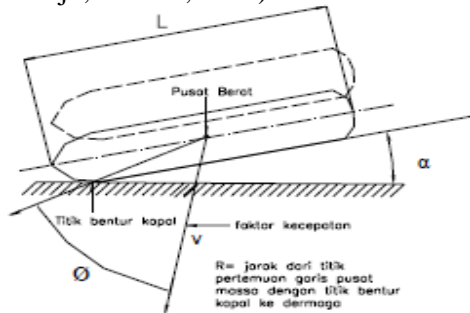
#### b) Beban hidup

Beban yang diakibatkan oleh beban hidup yang ada diatas dermaga, dipengaruhi oleh beban orang, beban truk, beban hujan, beban conveyor dan beban *marine loading arm*.

## 2.5.2 Pembebanan arah horizontal

### a) Gaya bentur kapal (*berthing energy*)

Pada waktu merapat ke dermaga kapal masih mempunyai kecepatan sehingga akan terjadi benturan antara kapal dan dermaga. Dalam perencanaan, dianggap bahwa benturan maksimum terjadi apabila kapal bermuatan penuh menghantam dermaga pada sudut  $10^\circ$  terhadap sisi depan dermaga. (Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmojo, hal 220, 2009)



**Gambar 2.6. Kapal yang Bersandar**

Besarnya energi benturan diberikan oleh rumus berikut :

$$E = \frac{W \times V^2}{2g} \times C_m \times C_e \times C_s \times C_c \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- E = energi benturan kapal (ton.m)
- W = berat kapal (ton)
- V = kecepatan kapal saat membentur dermaga (m/det)
- $C_m$  = koefisien massa
- $C_e$  = koefisien eksentrisitas
- $C_s$  = koefisien kekerasan  
(diambil = 1)

$C_c$  = koefisien bentuk dari tambatan  
(diambil =1)

**Tabel 2.3. Tabel Kecepatan merapat kapal pada  
dermaga**

Ukuran kapal (DWT)	Kecepatan Merapat	
	Pelabuhan (m/det)	Laut Terbuka (m/det)
Sampai 500	0.25	0.30
500 – 15.000	0.15	0.20
15.000 – 30.000	0.15	0.15
Diatas 30.000	0.12	0.15

- Koefisien massa tergantung pada gerakan air di sekeliling kapal yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_m = 1 + \frac{\pi \times d}{2 \times C_b \times B} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$$C_b = 1 + \frac{W}{L_{pp} \times B \times d \times \gamma_o} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan :

$C_b$  = koefisien blok kapal

$d$  = draft kapal (m)

$B$  = lebar kapal (m)

$L_{pp}$  = panjang garis air (m)

$\gamma_o$  = berat jenis air laut ( $t/m^3$ )

- Koefisien eksentrisitas adalah perbandingan antara energi sisa dan energi kinetik kapal yang merapat dan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$C_e = \frac{1}{1 + (l/r)^2} \dots \dots \dots (2.6)$$

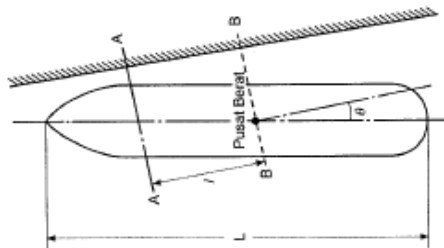
Dengan :

$l$  = jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar kapal

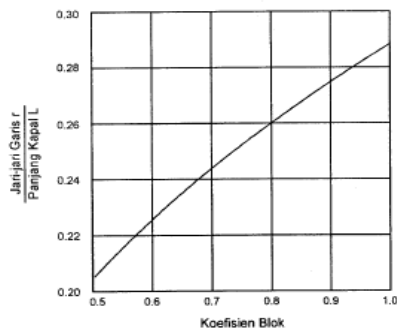
$l$  =  $\frac{1}{4} L_{oa}$  (dermaga) (m)

$l$  =  $\frac{1}{6} L_{oa}$  (dolphin) (m)

$r$  = jari-jari putaran disekeliling pusat berat kapal pada permukaan air



**Gambar 2.7. Jarak pusat berat kapal sampai titik sandar kapal**



**Gambar 2.8. Jari-jari disekeliling pusat berat kapal**

### b) Gaya akibat angin

Berdasarkan *Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmojo, hal 224, 2009*, Angin yang berhembus ke arah badan kapal yang ditambat akan menyebabkan gerakan pada kapal yang bisa menimbulkan gaya terhadap dermaga. Apabila arah angin menuju ke dermaga, maka gaya tersebut akan berupa benturan kepada dermaga. Sedangkan apabila arah angin meninggalkan dermaga, maka gaya tersebut akan mengakibatkan gaya tarikan kepada alat penambat.

Besar gaya angin tergantung pada arah hembus angin dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

- Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ( $\alpha = 0^\circ$ )

$$R_w = 0.42 Q_a A_w \dots\dots\dots (2.7)$$

- Gaya longitudinal, apabila angin datang dari arah buritan ( $\alpha = 180^\circ$ )

$$R_w = 0,5 \times Q_a \times A_w \dots\dots\dots (2.8)$$

- Gaya lateral, apabila angin datang dari arah lebar ( $\alpha = 90^\circ$ )

$$R_w = 1,1 \times Q_a \times A_w \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

$$Q_a = 0,063 \times V^2 \quad (2.10)$$

Dengan :

$R_w$  = gaya akibat angin (kg)

$Q_a$  = tekanan angin ( $\text{kg/m}^2$ )

$V$  = kecepatan angin (m/d)



$A_w$  = proyeksi bidang yang tertiuap  
angin ( $m^2$ )

**c) Gaya akibat arus**

Seperti halnya angin, arus yang bekerja pada bagian kapal yang terendam air juga akan menyebabkan terjadinya gaya pada kapal yang kemudian diteruskan pada alat penambat dan dermaga. Besar gaya yang ditimbulkan oleh arus diberikan oleh persamaan berikut :

$$R_a = C_c \gamma_w A_c \frac{V_c^2}{2g} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan :

$R_a$  = gaya akibat arus (kgf)

$A_c$  = luas penampang kapal yang terendam air ( $m^2$ )

$\gamma_w$  = rapat massa air laut ( $1025 \text{ kg/m}^3$ )

$V_c$  = kecepatan arus ( $m/d$ )

$C_c$  = koefisien tekanan arus

Nilai  $C_c$  adalah faktor untuk menghitung gaya lateral dan memanjang. Nilai  $C_c$  tergantung pada bentuk kapal dan kedalaman air didepan tambatan yang nilainya diberikan berikut ini :

- Di air dalam, nilai  $C_c = 1,0 - 1,5$
- Kedalaman air/draft kapal = 2m, nilai  $C_c = 2,0$
- Kedalaman air/draft kapal = 1,5m, nilai  $C_c = 3,0$
- Kedalaman air/draft kapal = 1,1m. Nilai  $C_c = 5,0$
- Kedalaman air/draft kapal = 1m, nilai  $C_c = 6,0$

Faktor untuk menghitung gaya arus memanjang (longitudinal) bervariasi dari 0,2 untuk laut dalam dan 0,6 untuk perbandingan antara kedalaman air dan draft kapal mendekati 1.

#### d) **Beban Gempa**

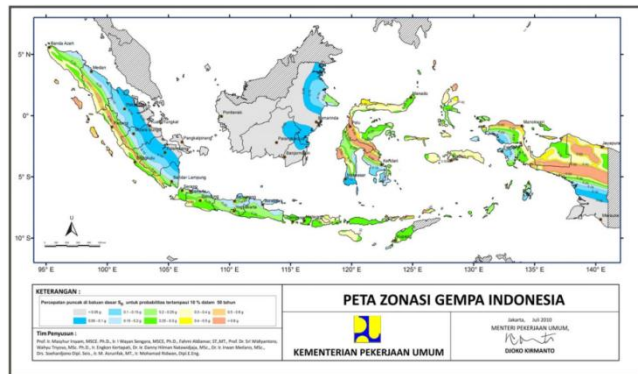
Dermaga harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam 75 tahun. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik ( $C_{sm}$ ) dengan berat struktur ekuivalensi yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon ( $R$ ) dengan formulasi sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

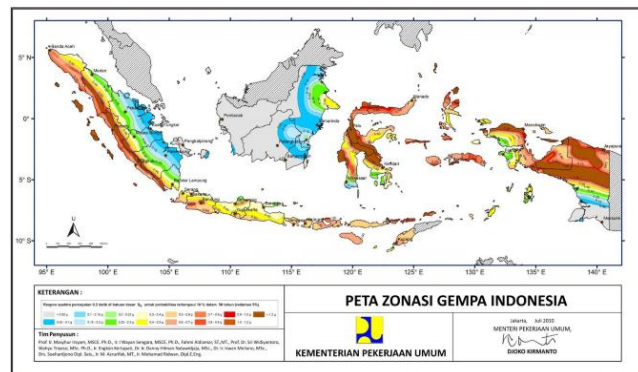
Keterangan :

- $E_Q$  : gaya gempa horizontal statis (kN)
- $C_{sm}$  : koefisien respon gempa statik pada moda getar ke – m
- $R$  : faktor modifikasi respon
- $W_t$  : berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

Koefisien respon elastik  $C_{sm}$  dapat diperoleh dari percepatan batuan dasar dan spektra percepatan sesuai gambar berikut :

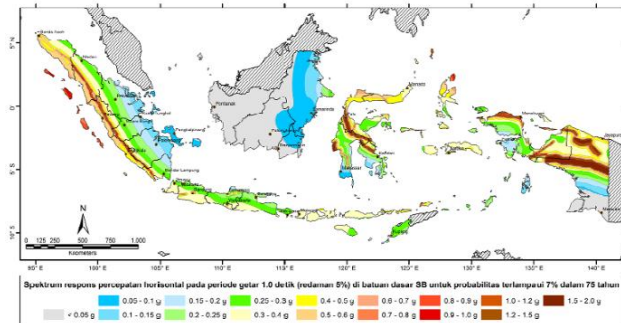


**Gambar 2.9. Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013)**

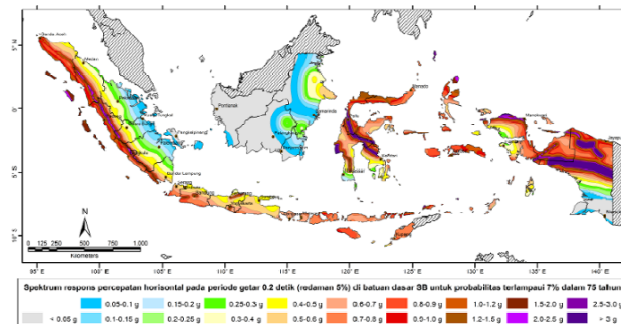


**Gambar 2.10. Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013)**





**Gambar 2.13. Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013)**



**Gambar 2.14. Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013)**

### 1) Respon spektrum rencana

Respons spektra adalah nilai yang menggambarkan respons maksimum dari sistem berderajat-kebebasan-tunggal pada berbagai

frekuensi alami (periode alami) teredam akibat suatu goyangan tanah. Untuk kebutuhan praktis, maka respons spektra dibuat dalam bentuk respons spektra yang sudah disederhanakan.

Respons spektra di permukaan tanah ditentukan dari 3 (tiga) nilai percepatan puncak yang mengacu pada peta gempa Indonesia 2010 ( $P_{GA}$ ,  $S_s$ , dan  $S_1$ ), serta nilai faktor amplifikasi  $F_{PGA}$ ,  $F_s$  dan  $F_v$ . Perumusan respons spektra adalah sebagai berikut:

$$A_s = F_{PGA} \times P_{GA} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

$$S_{DS} = F_a \times S_s \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$S_{D1} = F_v \times S_1 \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

- $A_s$  = koefisien percepatan puncak muka tanah (g)
- $F_{PGA}$  = faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 0 detik
- $F_a$  = faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 0,2 detik
- $P_{GA}$  = percepatan puncak batuan mengacu pada peta gempa Indonesia 2010
- $S_s$  = lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik
- $S_1$  = parameter respon spektra percepatan gempa untuk periode 1 detik
- $S_{D1}$  = spektra permukaan tanah pada periode 1 detik

## 2) Koefisien respon gempa elastik

Koefisien respon gempa elastik ditentukan berdasarkan 3 (tiga) kondisi, yaitu :

1. Untuk  $T < T_0$ , koefisien respons gempa elastik ( $C_{sm}$ ) didapat dari persamaan berikut :

$$C_{sm} = (S_{DS} - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

2. Untuk  $T_0 \leq T \leq T_s$ , maka nilai koefisien respons gempa elastik ( $C_{sm}$ ) adalah

$$C_{sm} = S_{DS} \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

3. Untuk  $T > T_s$ , koefisien respons gempa elastik ( $C_{sm}$ ) didapat dari persamaan berikut :

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

Setelah nilai koefisien gempa elastik diperoleh, langkah selanjutnya ialah menemukan nilai faktor modifikasi respon (R). Berdasarkan RSNI 2833 2013 pasal 5.9.3.2 nilai faktor modifikasi respon untuk gaya gempa yang dimodifikasi diambil sama dengan 1.

## 2.6 PERENCANAAN KONSTRUKSI ATAS DERMAGA

### 2.10.1 Beton Bertulang

#### a) Umum

Secara umum lantai dermaga tersusun dari pelat beton bertulang yang merupakan bagian struktural. Pelat lantai beton bertulang dianggap lantai dengan tulangan satu arah (*one way slab*), direncanakan megikuti kaidah struktur, yaitu menghitung momen dengan lentur dengan mengikuti sifat balok dengan banyak perletakan. Disamping momen lentur, juga yang harus

diperiksa adalah geser pons pada lantai akibat tekanan roda kendaraan.

Standart yang digunakan dalam perencanaan struktur beton bertulang adalah RSNI T-12-2004 tentang perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan dan standart yang berkaitan dengan perencanaan struktur beton bertulang yaitu SK SNI 03-2847-2002.

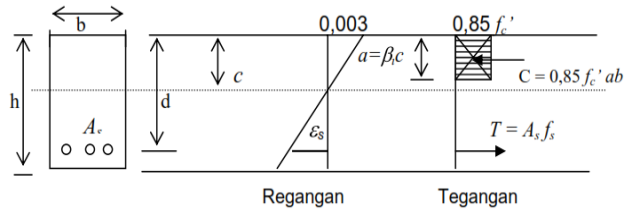
#### **b) Asumsi Perencanaan**

Perhitungan kekuatan dari suatu penampang yang terlentur harus memperhitungkan keseimbangan dari tegangan dan kompatibilitas regangan, serta konsisten dengan anggapan :

- Bidang rata yang tegak lurus sumbu tetap rata telah mengalami lentur.
- Beton tidak diperhitungkan dalam memikul tegangan tarik
- Distribusi regangan tekan ditentukan darui hubungan tegangan-regangan beton
- Regangan batas beton yang tertekan diambil sebesar 0,003

Walaupun demikian, hubungan distribusi tegangan tekan beton dan regangan dapat dianggap dipenuhi oleh distribusi tegangan beton persegi ekuivalen, yang diasumsikan bahwa tegangan beton =  $0,85f_c'$  terdistribusi merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi tertekan terluar dari penampang dan suatu garis yang sejajar dengan sumbu netral sejarak  $a = \beta_1 c$  dari tepi tertekan terluar tersebut.





**Gambar 2.15 Regangan dan tegangan pada beton bertulang (SNI T-12-2004)**

Faktor  $\beta_1$  harus diambil sebesar :

- $\beta_1 = 0,85$   
untuk  $f_c' \leq 30$  Mpa
- $\beta_1 = 0,85 - 0,008 (f_c' - 30)$   
untuk  $f_c' > 30$  Mpa

Tetapi  $\beta_1$  untuk  $f_c' > 30$  tidak boleh kurang dari 0,65.

Dimana :

$\beta_1$  = faktor tinggi balok tegangan tekan persegi ekivalen beban

$f_c'$  = kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

Sedangkan untuk perencanaan kekuatan pada penampang terhadap momen lentur harus berdasarkan kekuatan nominal yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan.

$$Mu = Mn \cdot \phi \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

Mu : Momen ultimate (N.mm)

Mn : Momen nominal (N.mm)

$\phi$  : faktor reduksi kekuatan

### c) Faktor Reduksi Kekuatan

Faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) diambil berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.5.2 yaitu dengan nilai-nilai sebagai berikut :

- Lentur = 0,80
- Geser dan torsi = 0,70
- Aksial tekan
  - Dengan tulangan spiral = 0,70
  - Dengan sengkang biasa = 0,65
- Tumpuan beton = 0,70

## 2.10.2 Perencanaan Pelat

Perencanaan Pelat berdasar pada RSNI T-12-2004 pasal 5.5 :

### 1) Tebal minimum pelat lantai

Pelat lantai yang berfungsi sebagai lantai kendaraan pada jembatan harus mempunyai tebal minimum  $t_s$  memenuhi dua ketentuan :

$$- t_s \geq 200 \text{ mm} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$- t_s \geq (100 + 40 l) \text{ mm} \dots\dots\dots (2.21)$$

dengan pengertian :

$l$  = bentang pelat diukur dari pusat ke pusat tumpuan (m)

### 2) Penulangan pada Pelat

Perencanaan Penulangan pelat dihitung dengan metode momen ultimate didasarkan pada besarnya momen yang terjadi akibat beban yang bekerja.

Standar yang dipergunakan dalam perencanaan pelat beton bertulang adalah **SNI T-12-2004**. Langkah-langkah perhitungan tulangan lentur pelat lantai adalah sebagai berikut:

1. menghitung momen terfaktor dengan analisis struktur (Mu) menggunakan program bantu SAP2000.

2. Hitung momen nominal,  $M_n = M_u / \phi$ , dimana  $\phi$  = faktor reduksi kekuatan lentur = 0,80

3. Tahanan momen nominal,

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dengan :

$b$  = Lebar pelat yang ditinjau (per 1 meter)

$d$  = tebal efektif pelat lantai

4. Tahanan momen maksimum,

$$\rho b = \beta_1 \times 0,85 \times \frac{f_{c'}}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dengan :

$\beta_1 = 0,85$  jika  $f_{c'} \leq 30$  Mpa

$\beta_1 = 0,85 - 0,008(f_{c'} - 30)$  jika  $f_{c'} > 30$  Mpa

**(SNI T-12-2004 persamaan 5.1-1 dan 5.1-2)**

$$p_{max} = 0,75 \times \rho b \dots \dots \dots (2.24)$$

$$R_{max} = \rho_{max} \times f_y \times 1 - \frac{\frac{1}{2} \rho_{max} \times f_y}{0,85 f_{c'}} \dots \dots \dots (2.25)$$

5. Harus dipenuhi  $R_n < R_{max}$

6. Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = \frac{0,85 f_{c'}}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0,85 f_{c'}}} \right) \dots \dots \dots (2.26)$$

7. Rasio tulangan minimum,

$$\frac{A_s}{b d} > \frac{1,4}{f_y} \dots \dots \dots (2.27)$$

8. Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (2.28)$$

9. Jarak antar tulangan,

$$s = \frac{\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot b}{A_s} \dots \dots \dots (2.29)$$

### 3) Kontrol Stabilitas Lendutan Pelat

Berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 pasal 5.3**, lendutan untuk pelat dan gelagar harus dibatasi sedemikian hingga :

- Lendutan akibat pengaruh tetap (lawan lendut atau lendutan) adalah dalam batas wajar, yaitu :  
 $0 < \Delta < L/300$
- Lendutan pada beban hidup layan, termasuk kejut, yaitu :  
 $\Delta < L/360$

### 2.10.3 Perencanaan Balok

Dalam suatu struktur dermaga, terdapat balok yang terletak di bawah plat lantai dermaga yang terdiri dari balok memanjang dan melintang. Perencanaan dimensi balok memanjang dan melintang mengacu pada **Panduan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 Section 5 hal.5-4**, yakni tinggi efektif gelagar (balok melintang dan memanjang) dengan kekakuan memadai direncanakan berdasarkan ketentuan berikut ini :

$$D \geq 165 + 0.06L \dots\dots\dots(2.30)$$

Dengan :

D = tinggi gelagar (balok memanjang dan melintang)

L = panjang gelagar (balok melintang dan memanjang)

#### 1) Kontrol Kelangsingan Balok

Berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 pasal 6.5.8.2 hal : 6 - 47** Kontrol kelangsingan minimum balok atau gelagar digunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{Lt}{b_{eff}} \geq 240 \frac{b_{eff}}{D} \dots\dots\dots (2.31)$$

$$\frac{Lt}{b_{eff}} \geq 60 \dots\dots\dots (2.32)$$

Dengan:

$L_t$  = Jarak antar pengekang melintang (mm)

$b_{eff}$  = Lebar balok (mm)

$D$  = Tinggi total balok (mm)

## 2) Penulangan pada Balok

Dalam perhitungan penulangan perlu dilakukankontrol retak dan lendutan (baik lendutan seketika dan jangka panjang) berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992) Vol. 1, pasal 5.4.2 hal 5-94**. Untuk momen, gaya lintang, dan nilai-nilai analisa mekanika lainnya diperoleh dari hasil analisis program bantu SAP 2000. Penulangan pada balok diperhitungkan terhadap lentur, geser, torsi dan lendutan yang terjadi dengan beban yang sesungguhnya serta kontrol letak pada penampang balok.

### - Penulangan Lentur

Penulangan lentur balok dilakukan dengan cara yang sama dengan penulangan lentur pelat dengan persamaan berikut :

$$M_n = M_u / \phi$$

$$m = f_y / (0,85 \cdot f_c')$$

$$R_n = M_n / b d^2$$

Rasio tulangan minimum :

$$\rho_{min} = 1,4 / f_y$$

$$\rho_{max} = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0,75 \rho_{max}$$

$$A_{st} = \rho \cdot b \cdot d$$

Cek kemampuan nominal :

$$T = A_{st} \cdot F_y$$

$$a = T / (0,85 \cdot f_c' \cdot b)$$

$$\phi M_n = \phi \cdot T \times (d - a/2)$$

Nilai  $\phi M_n$  harus lebih besar dari  $M_u$ .

#### - **Penulangan Torsi**

Tu dapat diabaikan jika lebih kecil dari :

$$\frac{\phi \sqrt{f_c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{p_{cp}} \right) \dots \dots \dots (2.33)$$

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\sqrt{\left( \frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left( \frac{T_u \cdot ph}{1.7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \left( \frac{V_c}{b_w d} + \frac{2 \sqrt{f_c'}}{3} \right) \dots \dots \dots (2.34)$$

Tulangan puntir tambahan untuk menahan geser harus direncanakan dengan menggunakan persamaan :

$$T_n = \frac{2 A_o A_t f_{yv}}{s} \cdot \cot \phi \dots \dots \dots (2.35)$$

Dengan  $\phi T_n \geq T_u$

Tulangan puntir tambahan yang diperlukan untuk menahan puntir tidak boleh kurang dari pada :

$$A_l = \frac{A_t}{s} Ph \cdot \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \cdot \cot^2 \phi \dots \dots \dots (2.36)$$

Sedangkan luas total minimum tulangan puntir longitudinal harus dihitung dengan ketentuan :

$$A_{l_{min}} = \frac{5 \sqrt{f_c'} A_{cp}}{12 f_{yl}} - \left( \frac{A_t}{s} \right) Ph \cdot \frac{f_{yv}}{f_{yl}} \dots \dots \dots (2.37)$$

Dengan  $A_t / s$  tidak kurang dari  $b_w / 6 f_y$

Luas tulangan tambahan kemudian disebar merata ke 4 sisi balok.

#### - **Penulangan Geser**

Perencanaan terhadap geser didasarkan mengacu pada SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Gedung *SNI 2847-2002, pasal 13*.

$$\phi V_n \geq V_u \quad (2.38)$$

$V_n$  adalah gaya geser terfaktor yang dihitung menurut :

$$V_n = V_c + V_s \dots\dots\dots (2.39)$$

Sedangkan  $V_c$  adalah kuat geser yang disumbangkan oleh beton yang dihitung menurut :

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d \dots\dots\dots (2.40)$$

Cek kondisi :

- **Kondisi 1**

$$V_u > \phi V_c \dots\dots\dots (2.41)$$

Tulangan geser diperlukan

- **Kondisi 2**

$$V_u > 0,5 \cdot \phi \cdot V_c \dots\dots\dots (2.42)$$

Tulangan geser minimum diperhitungkan

Perhitungan tulangan geser :

$$V_s = V_n - V_c \dots\dots\dots (2.43)$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \dots\dots\dots (2.44)$$

$$\frac{A_v \text{ tot}}{s} = \frac{2 A_t}{s} + \frac{A_v}{s} \dots\dots\dots (2.45)$$

Sedangkan nilai  $A_v$  total minimum adalah :

$$A_v + 2 A_t = 75 \cdot \sqrt{f'c} \frac{bw \cdot s}{1200 \cdot f_{yv}} \dots\dots\dots (2.46)$$

Dan nilai  $A_v + 2 A_t$  tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1}{3} bw \frac{s}{f_{yv}} \dots\dots\dots (2.47)$$

Kontrol spasi :

$$S \text{ maksimum} = Ph/8 \text{ atau } 300\text{mm} \dots\dots\dots (2.48)$$

### 3) Kontrol Stabilitas Balok

#### - Kontrol Retakan Lentur

Retakan gelagar dianggap terkendali pada keadaanlayar, oleh pembagian penulangan sedemikian berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992) Vol 1, pasal 5.3.1.a:**

1. Jarak antara pusat-pusat batang tulangan dekat permukaan tarik balok tidak boleh melebihi 200 mm.
2. Jarak dari pinggir atau dasar balok terhadap pusatbatang tulangan memanjang terdekat tidak boleh melebihi 100 mm.

Untuk maksud di atas, suatu batang tulangan dengan diameter lebih kecil dari setengah diameter batang terbesar dalam penampang melintang harus diabaikan.

#### - Kontrol Lendutan Balok

Berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992) Vol 1, pasal 5.3.2.a.**, lendutanpada balok (dan pelat) harus dibatasisedemikian bahwa:

1. Lendutan akibat pengaruh tetap (lawan sudut ataulendutan) adalah dalam batas yang wajar. Batas berikutumumnya diinginkan  $0 < \text{lawan lendutan} < L/300$ .



2. Lendutan pada beban hidup layan, termasuk kejutan, tidak boleh melebihi  $L/800$  untuk bentang dan  $L/400$  untuk kantilever.

Selanjutnya, untuk perhitungan lendutan, baik lendutan sesaat maupun jangka panjang, mengacu pada **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992) Vol 1, pasal 5.3.2 Halaman 5-3.**

#### 2.10.4 Perencanaan Pilecap

Shear ring merupakan alat penyatu beton (pile cap) dengan baja (tiang pancang). Langkah-langkah penulangan pada shear ring sebagai berikut:

- 1) Menentukan gaya tekan maksimal yang bekerja pada tiang pancang yang merupakan hasil kombinasi beban geser ultimate dari output SAP2000
- 2) Tentukan kekuatan beton dalam tiang pancang  
 $P_{\text{beton dalam tiang}} = L_{\text{penampang}} \cdot 0,85 \cdot K_{Rc} \cdot f_c'$
- 3) Kontrol retak beton  
 $V_c > V_u$
- 4) Kontrol kekuatan las  
 Kekuatan las tiap ring = (keliling x tebal las)  $\cdot \sigma_n$   
 dengan:  
 $n$  = jumlah shear ring
- 5) Luas panjang penyaluran dari tiang ke struktur atas secara praktis dihitung sebagai berikut:  
 $A_{\text{tiang}} \cdot f_{sy \text{ tiang}} = A_{st \text{ perlu}} \cdot f_{sy \text{ tulangan}}$
- 6) Panjang penyaluran ( $l_d$ )

Perhitungan panjang penyaluran sesuai dengan persamaan:

$$L_{sf} = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot f_{sy} \cdot A_b}{(2a + d_b) \sqrt{f_c'}} \geq 25 \cdot k_1 \cdot d_b \dots \dots \dots (2.49)$$

dengan:

$L_{sf}$  = panjang penjangkaran baut bollard (mm)

$$k_1 = 1,0$$

$$k_2 = 2,4$$

$$A_b = \text{luas penampang baut (mm}^2\text{)}$$

$$d_b = \text{diameter baut (mm)}$$

$$2a = 2 \text{ kali selimut pada batang tulangan}$$

## 2.7 PERENCANAAN FENDER

### 2.7.1 Perencanaan Fender

Fungsi utama dari fender adalah mencegah kerusakan pada kapal dan dermaga sewaktu kapal merapat di dermaga. Pada waktu kapal merapat dan bertambat di dermaga terjadi benturan, gesekan dan tekanan antara kapal dan dermaga.

Perencanaan sistem fender didasarkan pada hukum kekekalan energi. Energi benturan kapal dengan dermaga sebagian diserap oleh sistem fender sedang sisanya diserap oleh struktur dermaga. Prosedur perencanaan fender diberikan berikut ini :

- a) Menentukan energi benturan kapal, yang didasarkan pada kapal terbesar yang merapat dermaga.
- b) Menentukan energi yang dapat diserap oleh dermaga. Energi tersebut sama dengan setengah gaya reaksi fender ( $F$ ) diakalikan dengan defleksinya  $E = 1/2 Fd$ .
- c) Energi yang akan diserap oleh fender adalah energi yang ditimbulkan oleh benturan kapal dikurangi energi yang diserap dermaga.
- d) Pilih fender yang mampu menyerap energi yang sudah dihitung diatas berdasar karakteristik fender yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya.

**Tabel 2.4. Hubungan ukuran kapal dengan kecepatan merapat**

Ukuran Kapal (GT)	Kecepatan merapat (m/dt)	Laut terbuka (m/dt)
Sampai 500	0,25	0,30
500 – 15.000	0,15	0,20
15.000 – 30.000	0,15	0,15
>30.000	0,12	0,15

Gaya benturan kapal yang bekerja secara horizontal dapat dihitung berdasarkan energi benturan kapal terhadap dermaga. Defleksi terjadi dari nilai nol sampai nilai maksimum yang diijinkan pada saat kapal merapat di dermaga, kerja yang dilakukan oleh dermaga adalah :

$$E = \frac{1}{2} Fd \dots\dots\dots (2.50)$$

$$\frac{1}{2} W/g V^2 = \frac{1}{2} Fd \dots\dots\dots (2.51)$$

Maka :

$$F = W/gd V^2 \dots\dots\dots (2.52)$$

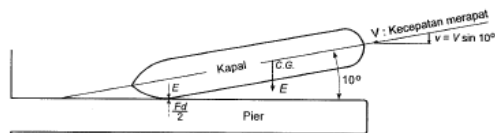
Dengan :

$F$  = gaya bentur yang diserap sistem fender

$d$  = defleksi fender

$V$  = komponen kecepatan dalam arah tegak lurus sisi dermaga

$W$  = bobot kapal bermuatan penuh

**Gambar 2.16. Benturan kapal pada Dermaga**

### 2.7.2 Penentuan Jarak Antar Fender

Dalam arah horisontal jarak antara fender harus ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat menghindari kontak langsung antara kapal dan dinding dermaga. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan jarak maksimum antar fender :

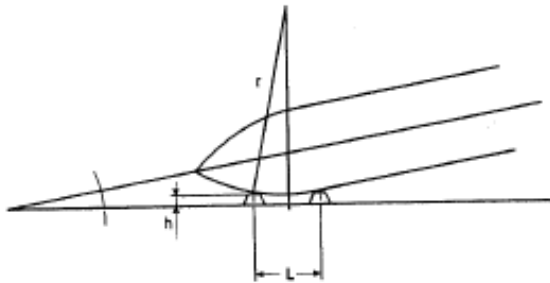
$$L = 2\sqrt{r^2 - (r - h)^2} \dots\dots\dots (2.54)$$

Dengan :

$L$  = jarak maksimum antara fender (m)

$r$  = jari –jari kelengkungan sisi haluan kapal (m)

$h$  = tinggi fender



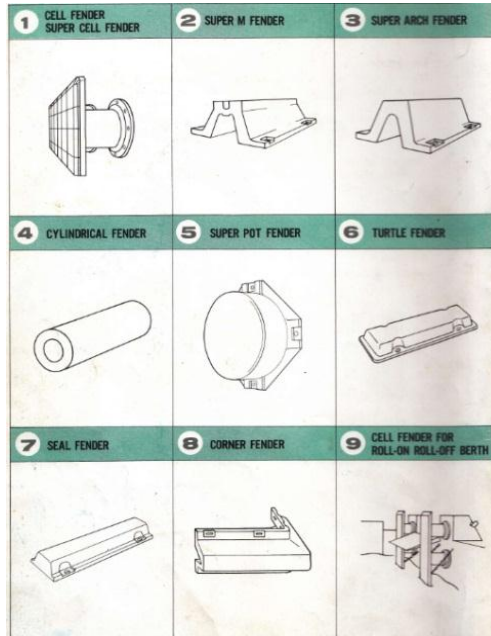
**Gambar 2.17. Jarak antara fender**

Apabila data jari-jari kelengkungan kapal tidak diketahui, maka persamaan berikut dapat digunakan sebagai pedoman untuk menghitungnya :

- Kapal barang dengan bobot 500 – 50000 DWT  
 $\log r = -1,055 + 0,650 \log(DWT) \dots\dots\dots (2.55)$
- Kapal tanker dengan bobot 5000 – 200.000 DWT  
 $\log r = -0,133 + 0,440 \log(DWT) \dots\dots\dots (2.56)$

### 2.7.3 Tipe-Tipe Fender

Menurut *Marine Fender Design Manual, Bridgestone* terdapat kurang lebih tipe fender seperti yang tertera pada gambar berikut :



**Gambar 2.18. Tipe-tipe Fender (Marine Fender Design Manual, Bridgestone)**

## 2.8 PERENCANAAN BOLLARD

### 2.8.1 Pemilihan Tipe Bollard

*Bollard* adalah konstruksi untuk mengikat kapal pada tambatan. Posisi pengikat *boulder* terdapat disekitar ujung depan (*bow*) dan diujung belakang (*stem*).

*Boulder* yang digunakan pada dermaga berbahan baja cor karena lebih tahan cuaca dan cukup kuat untuk menahan gaya yang bekerja, tinggi *boulder* tidak lebih dari 50cm dengan ujung tertutup dan lebih besar untuk mencegah terjadinya terlepasnya tali kapal yang diikat. Tabel dibawah ini menunjukkan kebutuhan kapasitas bollard berdasarkan kapal rencana yang akan menambat dan hubungannya dengan diameter bollard.

**Tabel 2.5. Tabel Kebutuhan Bollard**

Gross Tonnage (GT) of vessel (tons)	Tractive force acting on mooring post (kN)	Tractive force acting on a bollard (kN)
$200 < GT \leq 500$	150	150
$500 < GT \leq 1,000$	250	250
$1,000 < GT \leq 2,000$	350	250
$2,000 < GT \leq 3,000$	350	350
$3,000 < GT \leq 5,000$	500	350
$5,000 < GT \leq 10,000$	700	500
$10,000 < GT \leq 20,000$	1,000	700
$20,000 < GT \leq 50,000$	1,500	1,000

## **2.9 PERENCANAAN KONSTRUKSI BAWAH DERMAGA**

### **2.9.1 Perencanaan Kepala Jembatan**

Kepala jembatan (abutmen) merupakan suatu bangunan / bagian dari konstruksi jembatan yang menerima beban dari bangunan atas dan tekanan tanah yang selanjutnya akan disalurkan ke pondasi. Tekanan tanah dapat berupa tekanan tanah

aktif dan tekanan tanah pasif. Tekanan tanah aktif adalah tekanan tanah yang membebani dinding penahan tanah dengan arah horizontal di bagian belakang abutmen dan besar tekanan dapat meningkat perlahan – lahan sampai mencapai harga tetap. Sedangkan tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah yang mempunyai tegangan horizontal yang arahnya berlawanan dengan tekanan tanah aktif.

## 2.9.2 Perencanaan Tiang Pancang

Perhitungan daya dukung tiang pancang baik dari arah vertikal dan horizontal dihitung dengan menggunakan metode spring constant. Perbandingan tekanan tanah aktif dan pasif biasanya kurang lebih adalah 1 : 2-3. Dengan metode spring constant ini akan dimodelkan perbandingan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif adalah 1 : 1, jadi kekuatan tekanan tanah pasif yang akan melawan tekanan tanah aktif dimodelkan setara dengan kekuatan tanah aktif yang terjadi. Metode ini memodelkan keliling permukaan sepanjang tiang pancang adalah spring/pegas dan ujung tiang adalah rol.

Salah satu contoh rumus yang digunakan adalah spring constant nakazawa.

### ➤ Perhitungan daya dukung vertikal

$$K_v = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot A$$

Keterangan :

$K_v$  : daya dukung vertikal (T/m)

$E_o$  : 28 N (N = jumlah SPT tiap 1 m) (kg/cm<sup>2</sup>)

$D$  : diameter tiang pancang (cm)

$A$  : luas permukaan tiang pancang (cm<sup>2</sup>)

### ➤ Perhitungan daya dukung horizontal

$$K = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot y^{-0,75}$$

Keterangan :

Y : tinjauan per 1 cm

$K_x = K_y = K \cdot D \cdot Dz$

Keterangan :

Dz : kedalaman tinjauan (m)

## **2.10 METODE PELAKSANAAN**

### **2.10.1 Pekerjaan Persiapan**

1. Pekerjaan Pengukuran
2. Pekerjaan Pembersihan
3. Mobilisasi dan Demobilisasi

### **2.10.2 Pekerjaan Pemancangan**

1. Pengangkutan Tiang Pancang
2. Pemancangan Tiang Pancang
3. Pekerjaan Penyambungan Tiang Pancang
4. Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang
5. Pekerjaan Tulangan Tiang Pancang

### **2.10.3 Pekerjaan Pile Cap**

1. Pekerjaan Penulangan
2. Pekerjaan Bekisting
3. Pekerjaan Pengecoran

### **2.10.4 Pekerjaan Balok Memanjang dan Melintang**

1. Pekerjaan Penulangan
2. Pekerjaan Bekisting
3. Pekerjaan Pengecoran

### **2.10.5 Pekerjaan Pelat Lantai**

1. Pekerjaan Penulangan
2. Pekerjaan Bekisting
3. Pekerjaan Pengecoran



## **2.11 Perhitungan Volume**

### **2.11.1 Pekerjaan Persiapan**

#### **1. Pekerjaan Pengukuran**

Perhitungan volume untuk pekerjaan pengukuran sebagai berikut :

$$\text{- Luas lahan} = \text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)} \dots\dots\dots (2.76)$$

#### **2. Pekerjaan Pembersihan**

Perhitungan volume untuk pekerjaan pembersihan sebagai berikut :

$$\text{- Luas lahan} = \text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)} \dots\dots\dots (2.77)$$

#### **3. Mobilisasi dan Demobilisasi**

Perhitungan volume untuk pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi adalah Lumpsum (Ls). Yang artinya adalah kontrak jasa atas penyelesaian seluruh pekerjaan dalam jangka waktu tertentu dengan jumlah harga yang pasti dan tetap.

### **2.11.2 Pekerjaan Pemancangan**

#### **1. Pengangkutan Tiang Pancang**

Perhitungan volume untuk pekerjaan pengangkutan tiang pancang adalah diukur untuk setiap meter lari yang diangkut.

#### **2. Pemancangan Tiang Pancang**

Perhitungan volume untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang adalah diukur untuk setiap meter lari yang pemancangan.

#### **3. Pekerjaan Penyambungan Tiang Pancang**

Perhitungan volume untuk pekerjaan penyambungan tiang pancang adalah dalam buah atau nos.

#### **4. Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang**

Perhitungan volume untuk pekerjaan penyambungan tiang pancang adalah dalam buah atau nos.

### 5. Pekerjaan Tulangan Tiang Pancang

Perhitungan volume tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung jumlah total dari panjang besi yang digunakan pada sebuah struktur atau dapat dirumuskan dengan :

$$F = A + B + C + D + E \dots\dots\dots (2.78)$$

Keterangan :

F = panjang total tulangan (m)

A = panjang tulangan terpendek

B = panjang tulangan terpanjang

C = panjang kaitan

D = panjang kaitan tambahan

E = panjang bengkokan

Setelah diketahui total dari panjang besi menggunakan rumus maka dapat diketahui volume besi dalam satuan kg dengan rumus :

$$Volume = p \times w \dots\dots\dots (2.79)$$

Keterangan :

- W = berat ( sesuai tabel 2.7)

- P = panjang total (jumlah panjang tulangan yang telah dihitung sesuai rumus volume besi)

**Tabel 2.6 Berat Besi**

Diameter (m)	Berat (kg/m)
6	0,222
8	0,395
10	0,627
12	0,888
14	1,208
16	1,578

19	2,226
22	2,984
25	3,853

#### 6. Pekerjaan Beton Isian Tiang Pancang

Perhitungan volume untuk pekerjaan beton isian tiang pancang adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder (m}^3\text{)} &= \text{Luas permukaan} \times \text{tinggi} \\ &= r^2 \times t \dots\dots\dots (2.80)\end{aligned}$$

### 2.11.3 Pekerjaan Pilecap

#### 1. Pekerjaan Penulangan

Perhitungan volume tulangan pembersihan ditentukan dengan menghitung jumlah total dari panjang besi yang digunakan pada sebuah struktur atau dapat dirumuskan dengan :

$$F = A + B + C + D + E \dots\dots\dots (2.81)$$

Keterangan :

F = panjang total tulangan (m)

A = panjang tulangan terpendek

B = panjang tulangan terpanjang

C = panjang kaitan

D = panjang kaitan tambahan

E = panjang bengkokan

Setelah diketahui total dari panjang besi menggunakan rumus maka dapat diketahui volume besi dalam satuan kg dengan rumus :

$$\text{Volume} = p \times w \dots\dots\dots (2.82)$$

Keterangan :

- W = berat ( sesuai tabel 2.7)

- P = panjang total (jumlah panjang tulangan yang telah dihitung sesuai rumus volume besi)

## 2. Pekerjaan Bekisting

Kebutuhan kayu bekisting untuk tiap jenis pekerjaan berbeda-beda. Berikut ini adalah kebutuhan kayu yang digunakan untuk bekisting :

**Tabel 2.7 Kebutuhan kayu untuk Bekisting**

No.	Jenis cetakan	Kayu (m <sup>3</sup> )	Paku, baut dan kawat (kg)
1	Pondasi/pangkal jembatan	0,46-0,81	2,73-5
2	Dinding	0,46-0,62	2,73-4
3	Lantai	0,41-0,64	2,73-4
4	Atap	0,46-0,69	2,73-4,55
5	Tiang-tiang	0,44-0,74	2,73-5
6	Kepala tiang	0,46-0,92	2,73-5,45
7	Balok-balok	0,69-1,61	3,64-7,27
8	Tangga	0,69-1,38	3,64-6,36
9	Sudut tiang/balok berukir	0,46-1,84	2,73-6,82
10	Ambang jendela dan lintel	0,58-1,84	3,18-6,36

Berikut adalah rumus perhitungan keperluan bahan bekisting :

- Keperluan kayu =  $\frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan kayu}$

$$\begin{aligned} & \dots\dots\dots(2.83) \\ - \text{ Keperluan paku} &= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan paku} \\ & \dots\dots\dots(2.84) \end{aligned}$$

### 3. Pekerjaan Pengecoran

Perhitungan volume untuk pekerjaan pengecoran pilecap adalah :

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah pilecap (m}^3\text{)} (2.85)$$

#### 2.11.4 Pekerjaan Balok Memanjang dan Melintang

Perhitungan volume untuk pekerjaan balok memanjang dan melintang :

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah balok (m}^3\text{)}..(2.86)$$

#### 2.11.5 Pekerjaan Pelat Lantai

Perhitungan volume untuk pekerjaan pengecoran pelat lantai adalah :

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi (m}^3\text{)}.....(2.87)$$

***“Halaman ini sengaja dikosongkan.”***

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Dalam merencanakan dermaga curah cair Pelabuhan Pulang Pisau dengan kapasitas 15000DWT ini digunakan langkah-langkah perencanaan sebagai berikut :

#### **3.1 METODE DESAIN**

1. Persiapan Pendahuluan
2. Pengumpulan data
3. *Preliminary Design*
4. Analisis Pembebanan
5. Permodelan struktur
6. Analisa gayadalam Struktur Hasil Permodelan
7. Kontrol Stabilitas Struktur
8. Metode Pelaksanaan
9. Penggambaran
10. Estimasi Anggaran Biaya
11. Kesimpulan

#### **3.2 PERSIAPAN PENDAHULUAN**

Sebelum melakukan pengumpulan data dalam proses penyusunan tugas akhir ini dilakukan suatu proses persiapan. Proses persiapan ini merupakan suatu tahap awal yang penting, agar penyusunan tugas akhir menjadi lebih efektif dan efisien.

Tahapan persiapan tersebut meliputi :

1. Studi Pustaka mengenai materi Tugas Akhir untuk menentukan garisbesar proses perencanaan.
2. Menentukan kebutuhan data-data yang akan digunakan.
3. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pencarian data.
4. Mendata instansi yang terkaitdengan materi tugas akhir.

Persiapan di atas harus dilakukan dengan baik agar tidak terjadi pekerjaan berulang sehingga tahap pengumpulan data menjadi optimal.

### **3.3 PENGUMPULAN DATA**

Adapun data yang diperlukan dalam perencanaan dermaga adalah sebagai berikut :

1. Data tanah  
Hasil analisis dari data tanah diperlukan untuk perencanaan revetment dan struktur bawah dermaga yaitu dengan melihat daya dukung tanah yang ada terhadap struktur dermaga sehingga dapat direncanakan model dan dimensi revetment atau pondasi dermaga.
2. Data angin, pasang surut dan gelombang  
Data ini diperlukan dalam perencanaan elevasi alur pelayaran, elevasi bangunan / fasilitas pelabuhan dan untuk perhitungan konstruksi dermaga.
3. Data kapal  
Hasil analisa data kapal dipakai untuk menentukan dimensi dermaga dan luas kolam pelabuhan serta kebutuhan perencanaan kedepan, sehingga diharapkan akan dapat mengoptimalkan pemakaian dermaga.

Metode pengumpulan data adalah suatu metode yang digunakan untuk bisa memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan suatu karya tulis atau laporan tugas akhir.

Menurut cara mendapatkannya, data yang digunakan untuk perencanaan tugas akhir ini berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapat dari instansi terkait seperti:

- data kapal dari PT. Pelindo III (Persero)
- data pasang surut diperoleh dari BMKG Surabaya
- data kecepatan dan arah angin serta gelombang didapat dari BMKG Surabaya



- data tanah diperoleh dari PT. Pelindo III (Persero)
- peta Bathymetry dari PT. Pelindo III (Persero)
- data fender diperoleh dari Katalog Fender Bridgestone

### **3.4 PRELIMINARY DESIGN**

Supaya perencanaan bisa lebih efektif dan terarah, maka perencanaan dapat dikelompokkan dalam bagian-bagian perencanaan seperti dibawah ini :

1. Perencanaan tipedan dimensi dermaga
2. Analisagaya yang bekerja pada dermaga
3. Perencanaan dimensi plat
4. Perhitungan penulangan plat
5. Perencanaan dimensi balok
6. Perhitungan penulangan balok
7. Perencanaan dimensi dan kedalaman pondasi

### **3.5 KOMBINASI PEMBEBANAN**

#### **Untuk Dermaga**

1.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ LL}$
2.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ BL}$
3.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ BL} + 2 \text{ LL}$
4.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ ML}$
5.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ ML} + 2 \text{ LL}$
6.  $1,3 \text{ DL} + \text{EQX} + 0,3 \text{ EQY}$
7.  $1,3 \text{ DL} + \text{EQY} + 0,3 \text{ EQX}$
8.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ LL} + \text{EQX} + 0,3 \text{ EQY} + 2 \text{ MF}$
9.  $1,3 \text{ DL} + 2 \text{ LL} + \text{EQY} + 0,3 \text{ EQX} + 2 \text{ MF}$
10.  $\text{DL} + \text{EQX} + 0,3 \text{ EQY}$
11.  $\text{DL} + \text{EQY} + 0,3 \text{ EQX}$
12.  $\text{DL} + \text{LL} + \text{EQX} + 0,3 \text{ EQY}$
13.  $\text{DL} + \text{LL} + \text{EQY} + 0,3 \text{ EQX}$
14.  $\text{DL} + \text{LL} + \text{EQX} + 0,3 \text{ EQY} + \text{MF}$
15.  $\text{DL} + \text{LL} + \text{EQY} + 0,3 \text{ EQX} + \text{MF}$

16.  $DL + LL$
17.  $DL + BL$
18.  $DL + BL + LL$
19.  $DL + ML$
20.  $DL + ML + LL$

### Untuk Trestle

1.  $1,3 DL + 2 LL$
2.  $1,3 DL + 2 LL$  (TRUCK)
3.  $1,3 DL + EQX + 0,3 EQY$
4.  $1,3 DL + EQY + 0,3 EQX$
5.  $1,3 DL + 2 LL + EQX + 0,3 EQY$
6.  $1,3 DL + 2 LL + EQY + 0,3 EQX$
7.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 1)
8.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 2 + KEL 1 )
9.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 2 + KEL 2 )
10.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 3 + KEL 3 )
11.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 3 + KEL 4 )
12.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 2 + KEL 5 )
13.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 2 + KEL 6 )
14.  $1,3 DL + 2 LL$  (UDL 3 + KEL 7 )
15.  $DL + LL$
16.  $DL + LL$  (TRUCK)
17.  $DL + EQX + 0,3 EQY$
18.  $DL + EQY + 0,3 EQX$
19.  $DL + LL + EQX + 0,3 EQY$
20.  $DL + LL + EQY + 0,3 EQX$
21.  $DL + LL$  (UDL 1)
22.  $DL + LL$  (UDL 2 + KEL 1)
23.  $DL + LL$  (UDL 2 + KEL 2)
24.  $DL + LL$  (UDL 3 + KEL 3)
25.  $DL + LL$  (UDL 3 + KEL 4)
26.  $DL + LL$  (UDL 2 + KEL 5)
27.  $DL + LL$  (UDL 2 + KEL 2)

28.  $DL + LL$  (UDL 3 + KEL 7)

### Untuk Berthing Dolphin

1.  $DL + BF$  (A)
2.  $DL + EQX + 0,3 EQY + MF$
3.  $DL + EQY + 0,3 EQX + MF$
4.  $DL + MF$
5.  $DL + BF$  (B)
6. 1,4 DL
7.  $1,3 DL + 2 LL$
8.  $1,3 DL + 2 MF + EQX + 0,3 EQY$
9.  $1,3 DL + 2 MF + EQY + 0,3 EQX$
10.  $1,3 DL + 2 BF$  (A)
11.  $1,3 DL + 2 MF$
12.  $1,3 DL + 2 BF$  (B)

### Untuk Mooring Dolphin

1. 1,4 DL
2.  $1,4 DL + 2 MF$
3.  $1,4 DL + 2 MF + EQX + 0,3 EQY$
4.  $1,4 DL + 2 MF + EQY + 0,3 EQX$
5.  $DL + EQX$
6.  $DL + EQY$
7.  $DL + MF$
8.  $DL + MF + EQX + 0,3 EQY$
9.  $DL + MF + EQY + 0,3 EQX$

Dimana:

DL = Dead Load (Beban Mati)

LL = Live Load (Beban Hidup)

MF = Mooring Force (Beban Tambat)

BL = Berthing Load (Beban Benturan)

EQX = Earthquake Load X (Beban Gempa Arah X)

EQY = Earthquake Load Y (Beban Gempa Arah Y)

### 3.6 PERMODELAN STRUKTUR

Permodelan struktur menggunakan bantuan program komputer SAP 2000.

### 3.7 ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR

Analisa perencanaan struktur dermaga meliputi:

#### 1. Perencanaan Dimensi Struktur

Langkah awal dalam perencanaan struktur dermaga adalah merencanakan dimensi struktur. Perencanaan tersebut meliputi:

- a. Perencanaan dimensi apron
- b. Perencanaan tebal pelat dermaga
- c. Perencanaan dimensi balok memanjang
- d. Perencanaan dimensi balok melintang
- e. Perencanaan dimensi pile cap dan tiang pancang.

#### 2. Pembebanan

Beban-bekan yang bekerja pada struktur dermaga meliputi beban vertikal dan horizontal serta kombinasi keduanya.

- a. Beban Vertikal
  - Beban mati
  - Beban hidup
- b. Beban Horizontal
  - Beban benturan kapal (berthing force)
  - Beban tambatan kapal (mooring force)
  - Beban Gelombang dan Arus
  - Beban gempa
- c. Kombinasi Pembebanan

#### 3. Perencanaan Fender

Fender merupakan bantalan yang berfungsi sebagai penyerap energy benturan antara kapal dan dermaga saat kapal merapat. Perencanaan fender meliputi:

- a. Perhitungan energy benturan kapal, yang didasarkan pada kapal terbesar yang merapat di dermaga.
- b. Perhitungan energi yang dapat diserap oleh dermaga.
- c. Pemilihan tipe dan ukuran fender.
- d. Penempatan fender.

#### **4. Perencanaan Boulder**

Boulder atau alat penambat merupakan alat yang berfungsi mengikat kapal pada saat berlabuh agar tidak terjadi pergeseran atau gerakan pada kapal yang disebabkan oleh gelombang, arus dan angin.

- a. Perhitungangaya yang diterimaboulder
- b. Perencanaandimensi boulder

#### **5. Analisa Struktur**

Analisa struktur dermaga menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur dermaga yang direncanakan.

#### **6. Kontrol Stabilitas dan Kekuatan**

Kontrol stabilitas diperlukan untuk menjamin perilaku struktur yang memadai pada kondisi beban kerja. Kontrol meliputi kontrol terhadap retak dan lendutan.

#### **7. Penulangan**

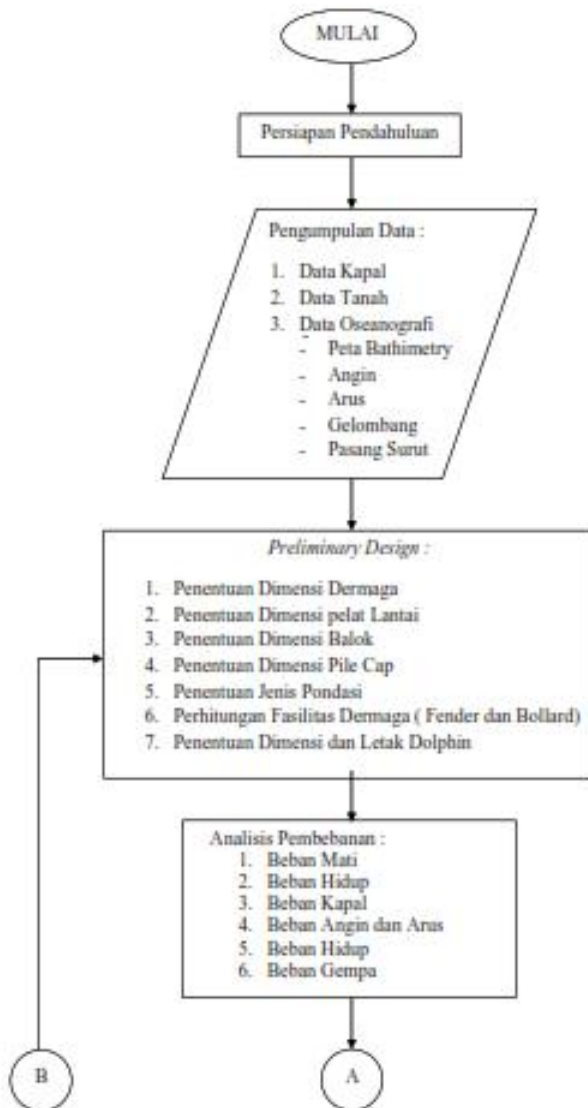
Penulangan dilakukan pada struktur beton yang terdapat pada kontruksi dermaga seperti penulangan pelat, balok memanjang, balok melintang, balok anak, dan pile cap.

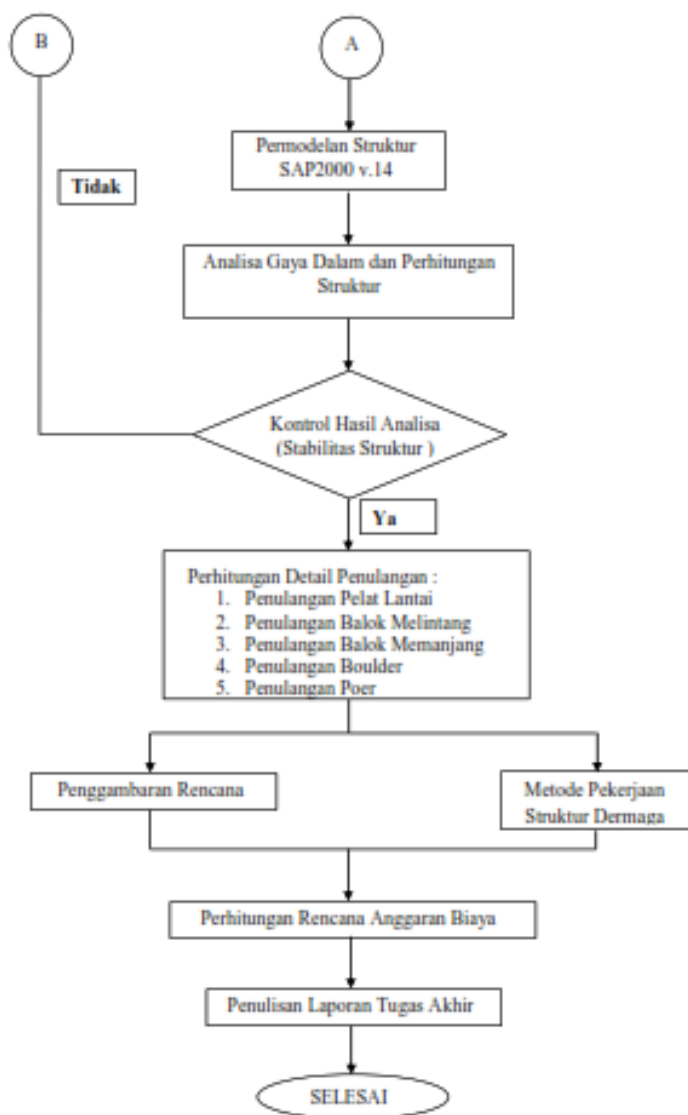
### **3.8 PENGAMBARAN HASIL RENCANA**

Agar desain yang dibuat lebih dimengerti, maka perlu dituangkan dalam bentuk gambar struktur. Gambar struktur meliputi:

1. Gambar denah jetty / loading platform
2. Gambar denah trestle
3. Gambar potongan memanjang dan melintang jetty / loading platform
4. Gambar potongan memanjang dan melintang trestle
5. Gambar denah pelat dan pembalokan
6. Gambar detail dan penulangan pelat dan balok
7. Gambar detail dan penulangan fender dan bollard
8. Gambar denah pondasi tiang pancang

### 3.9 METODOLOGI PENULISAN TUGAS AKHIR







## **BAB IV**

### **KRITERIA DESAIN**

Dalam Tugas Akhirdesain struktur dermaga curah cair 15000 DWT ini memerlukan berbagai data meliputi : data angin, data pasang surut sungai, data arus, data kapal dan data parameter tanah. Data-data tersebut diperlukan sebagai dasar perhitungan dan perencanaan dermaga atau fasilitas pendukung lainnya.

#### **4.1 DATA KAPAL**

Kapal yang digunakan dalam desain struktur dermaga ini merupakan kapal curah cair. Data kapal ditentukan dari *Dead Weight Tonnage (DWT)* kapal yaitu diambil kapal dengan kapasitas 15000 DWT. Dari parameter ini dapat diketahui dengan melihat tabel acuan dimensi kapal yang terdapat pada katalog *Fender Bridgestone Design Manual*.

**Tabel 4.1. Tabel Dimensi Kapal**

<b>Tipekapal</b>	<b>Bobot Kapal</b>	<b>Displacement</b>	<b>Loa</b>	<b>Lebar (B)</b>	<b>Tinggi (D)</b>	<b>Draft</b>
	ton	Ton	m	m	m	m
Kapal Tanker (Oil Carrier)	1000	1333	61	8,9	4,5	4,2
	5000	6667	103	16	6,5	6,5
	10000	13333	140	17,2	7,9	7,9
	15000	20000	163	20	11,2	8,8
	20000	26667	174	23,7	12,3	9,5

(Sumber : Katalog *Bridgestone Fender Design Manual*)

#### **4.2 DATA ANGIN**

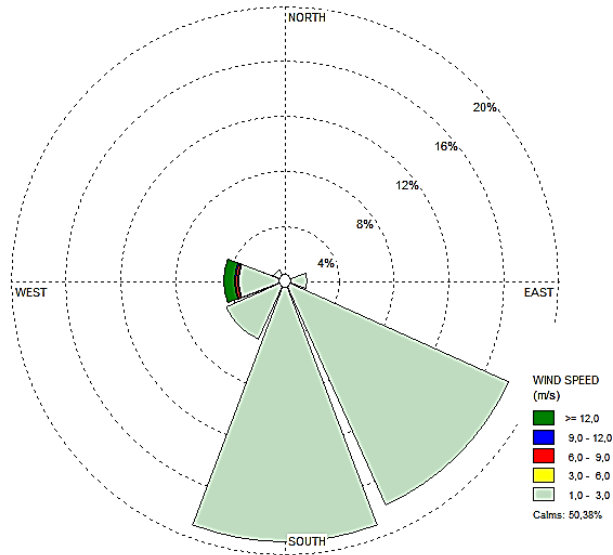
Data angin yang diperlukan adalah data arah dan kecepatannya. Data ini diperoleh dari BMKG Tanjung Perak berupa data arah dan kecepatannya perbulan dari tahun 2010-2015. Adapun data-data tersebut seperti yang tercantum pada lampiran mengenai data angin. Lampiran mengenai data angin

tersebut bisa diolah menggunakan Aplikasi WRPlot sebagai berikut :

1. Masukkan data angin tiap tahun yang meliputi arah angin berupa° (derajat) dan kecepatan angin berupa knots.
2. Masukkan data koordinat stasiun angin (titik tempat observasi data angin).
3. Masing-masing arah angin dikelompokkan berdasarkan kecepatannya ( 1-3 m/det, 3-6 m/det, 6-9 m/det, 9-12 m/det, >12m det) lalu dihitung jumlah kejadiannya.
4. Data angin tersebut juga dikelompokkan berdasarkan prosentase dan arahnya. Prosentase yang didapat merupakan prosentase arah angin dominan dan kecepatannya.
5. Dari pengelompokan data-data diatas, maka bisa didapat Diagram Wind Rose dari output data yang telah dimasukkan diatas.

**Tabel 4.2. Prosentase kejadian angin pada berbagai arah dan kecepatan dari tahun 2011-2015**

No.	Arah Angin	Prosentase Kejadian Angin pada Kecepatan (%)					
		1-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	>12m/s	Total
1	N	0,49	-	-	-	-	0,49
2	NE	0,49	-	-	-	-	0,49
3	E	1,64	-	-	-	-	1,64
4	SE	17,85	-	-	-	0,055	17,91
5	S	18,94	-	-	-	-	18,95
6	SW	4,71	-	-	-	-	4,71
7	W	3,39	0,11	0,11	0,11	0,77	4,49
8	NW	0,93	-	-	-	-	0,93
Subtotal		48,46	0,11	0,11	0,11	0,82	49,61
>1m/s							50,39
Total							100



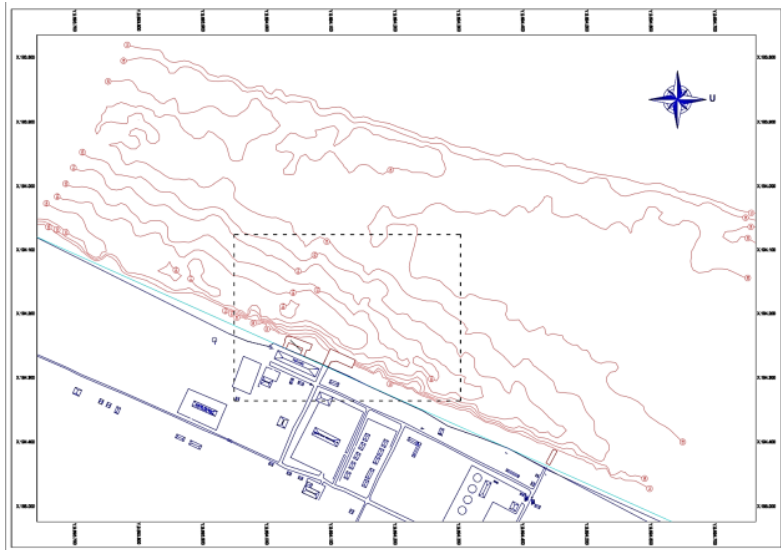
**Gambar 4.1. Diagram Mawar Angin Pelabuhan Pulang Pisau dari tahun 2011 – 2015 (Sumber : Perhitungan WRPlot)**

Dari tabel 4.1 dapat dibuat *Windrose* pada gambar 4.1. Dari *Windrose* tersebut dapat diketahui bahwa arah angin dominan adalah arah *S (South)* dengan prosentase 18,95% dan kecepatan **1 – 3 m/detik** (3,6 – 10,8 km/jam). Kecepatan angin maksimum yang terjadi adalah 64,3 knot.

#### **4.3 PETA BATHYMETRI**

Data Bathymetri merupakan informasi mengenai kontur kedalaman laut yang diukur dari datum tertentu yang digunakan untuk menentukan posisi dermaga. Pemilihan posisi dermaga harus memenuhi kedalaman kolam rencana, jika kedalaman dari peta *bathymetri* tidak ada yang memenuhi dari kedalaman izin kolam rencana, maka diperlukan pengerukan diarea terkait.

Berikut adalah peta *Bathymetri* di pelabuhan Pulang Pisau dimana elevasi 0,0 m diukur dari posisi *Lower Water Surface* (LWS).



**Gambar 4.2. Peta Bathymetri Pelabuhan Pulang Pisau (PT. Pelindo III)**

Kedalaman kolam dermaga izin rencana dapat dilihat berdasarkan kedalaman draft kapal terbesar. Kedalaman draft untuk kapal oil tanker 15.000 DWT adalah 8,8 m sehingga kedalaman kolam dermaga rencana yang diizinkan adalah :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{izin}} &= (\text{Draft} + 1,5 \text{ m}) \text{ LWS} \\
 &= (8,8 \text{ m} + 1,5 \text{ m}) \text{ LWS} \\
 &= 11,3 \text{ m LWS}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka, kedalaman kolam dermaga dapat diterima berdasarkan peta *bathymetri* tanpa melakukan pengerukan.

#### 4.4 DATA PASANG SURUT

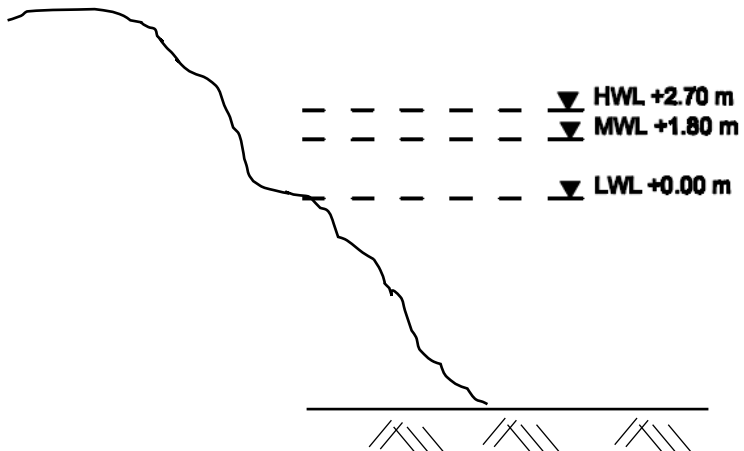
Data pasang surut adalah data elevasi muka air setempat berdasarkan kedudukan  $\pm 0$  mLWS, dimana elevasi muka air yang dibutuhkan merupakan elevasi terendah dan elevasi tertinggi.

Diasumsikan LWL memiliki elevasi  $\pm 0,00$  m, sehingga :

HWL : + 2,70 m

MWL : + 1,80 m

LWL : + 0,00 m



**Gambar 4.3. Hubungan antara HWL, MWL, LWL**

Hasil perhitungan diatas digunakan sebagai acuan untuk penentuan elevasi apron dermaga.

#### 4.5 DATA ARUS

Data arus di sungai Kahayan yang digunakan pada perencanaan ini berasal dari jurnal pengukuran kecepatan sungai oleh UNLAM Banjarmasin. Data arus ini nantinya akan digunakan untuk menghitung pembebanan yang terjadi pada Bolard dan pada pondasi.

Berikut adalah data kecepatan arus di Sungai Kahayan :

Tabel 4.3. Data Arus Sungai Kahayan

No	Stasiun	Parameter							
		DO	pH	NH <sub>4</sub>	BOD	Suhu	Kecerahan	Kedalaman	Kecepatan Arus
		(mg/L)		(mg/L)	(mg/L)	(°C)	(cm)	(m)	(m/s)
1	S1T1	5,03	6,09	0,98	8,11	28,00	12,00	4,90	0,54
2	S1T2	5,47	5,70	0,79	11,11	28,73	10,67	5,00	0,52
3	S1T3	6,20	5,73	0,68	9,91	28,73	9,67	6,32	0,44
4	S2T1	5,13	5,42	0,97	4,20	28,63	10,67	6,59	0,57
5	S2T2	5,17	5,67	0,81	9,61	28,83	10,33	7,17	0,56
6	S2T3	5,93	5,80	0,69	9,91	28,83	9,33	7,11	0,55
7	S3T1	4,90	5,06	1,00	5,41	28,67	9,67	8,44	0,38
8	S3T2	4,87	5,53	0,82	9,01	28,70	10,00	8,96	0,39
9	S3T3	5,47	5,90	0,66	7,51	28,93	9,33	9,05	0,39
10	S4T1	4,63	5,53	1,00	9,91	28,6	9,67	7,89	0,61
11	S4T2	5,07	5,80	0,80	6,60	28,69	9,33	7,89	0,55
12	S4T3	5,77	6,20	0,64	10,81	28,73	9,67	8,12	0,48
13	S5T1	4,53	5,43	1,02	12,62	28,23	8,67	3,50	0,61
14	S5T2	4,77	5,27	0,62	7,51	28,67	9,00	3,80	0,55
15	S5T3	5,80	5,80	0,62	12,61	28,67	8,67	3,76	0,48

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa kecepatan arus maksimum yang terjadi di Sungai Kahayan adalah 0,61 m/s.

4.6 DATA ALAT

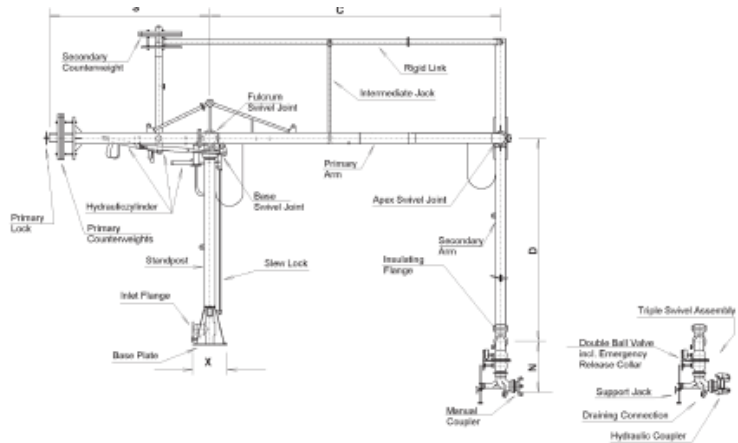
Alat yang digunakan dalam perencanaan dermaga curah cair ini adalah Marine Loading Arm. Marine Loading Arm berfungsi untuk bongkar muat curah cair dari kapal ke tangki penyimpanan maupun sebaliknya. Spesifikasi Marine Loading Arm yang dipakai ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.4. Marine Loading Arm Emco Wheaton

NB	A + B	X	C	D	N	S	Flow rate	Weight	Bending moment
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m <sup>3</sup> /h	kN	kNm
4"	4500	1000	8000	8000	590	3900	300	62	103
6"	4500	1000	8000	8000	590	3900	600	63	105
8"	4500	1000	9000	9000	740	3900	1100	87	144
10"	6000	1500	10000	10000	890	5250	1700	119	230
12"	7000	1500	11000	11000	1040	6250	2500	157	340
16"	7000	1500	11000	11000	1310	6250	4000	224	500

(Sumber : Katalog Marine Loading Arm Emco Wheaton Type B0030)

Berikut adalah gambar dari Marine Loading Arm :



**Gambar 4.4. Marine Loading Arm Emco Weathon Type B003**

#### 4.7 DATA TANAH

Data tanah yang digunakan dalam desain dermaga curah cair terdiri dari 1 (satu) macam yang akan digunakan untuk perencanaan *platform*, *trestle*, *dolphin*, dan *catwalk*.

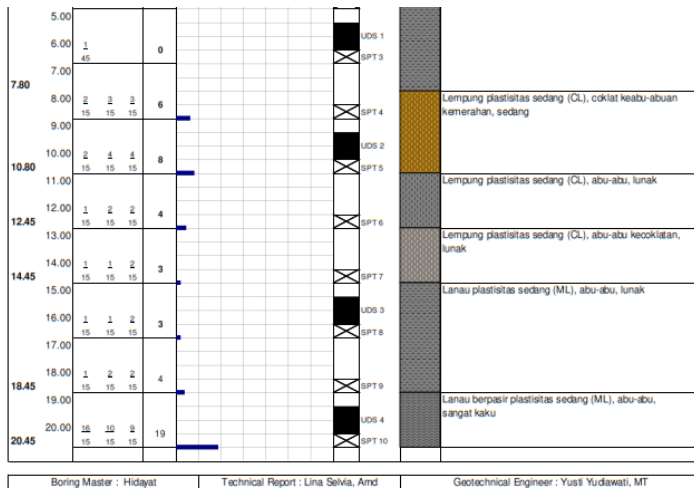
Berikut adalah data tanah BH-1 :

##### BORING PROFILE



Project	Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair	Coordinate		BORING NO.
Location	Pelabuhan Pungut Pisau - Kalimantan Tengah	X	-	<b>BH-1</b>
Date	December 3 - 6, 2014	Y	-	
Total Depth	38.40 m	Z	-	
GWL	+ 2.00 m			

DEPTH	SPT	N-SPT	CURVE	KIND OF TEST	NO. SAMPLE	BOR PROFILE	DESCRIPTION
0.00			10 20 30 40 50 60				Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak
1.00							
2.00	1	0					
3.00	45				SPT 1		
4.00	1	0					
	45				SPT 2		



**Gambar 4.5. Boring Profil (BH – 1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 0,00 m – 20,45 m (KSE, 2014)**

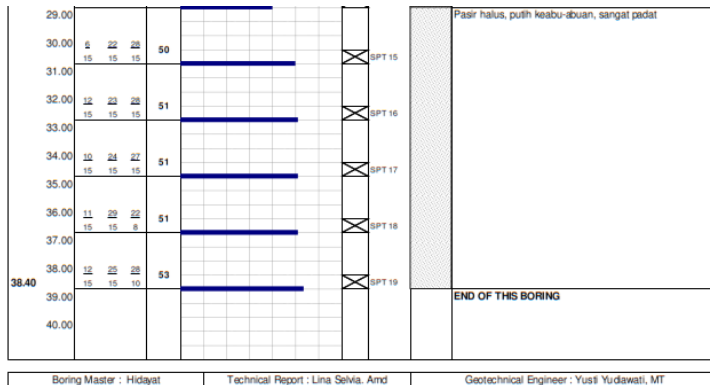
## BORING PROFILE



Project	Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair	Coordinate	BORING NO.
Location	Pelabuhan Pulang Pisau - Kalimantan Tengah	X	-
Date	December 3 - 6, 2014	Y	-
Total Depth	38.40 m	Z	-
GWL	+ 2.00 m		<b>BH-1</b>

DEPTH	SPT	N-SPT	CURVE	KIND OF TEST	NO. SAMPLE	BOR PROFILE	DESCRIPTION
20.00							
20.45							Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku
21.00							Pasir halus, putih, medium
22.00	12 11 12	23					
22.45	15 15 15						
23.00							
24.00	4 8 10	18					
24.45	15 15 15						
25.00							Pasir halus, putih keceklatan, medium
26.00	5 8 12	20					
26.45	15 15 15						
27.00							
28.00	8 17 23	40					Pasir halus, putih keceklatan, padat
28.45	15 15 15						





**Gambar 4.6. Boring Profil (BH – 1) Pelabuhan Pulasau kedalaman 20,00 m – 40,00 m (KSE, 2014)**

## 4.8 Kualitas Material

Adapun kualitas material yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :

### 4.8.1 Beton

Adapun kualitas material beton yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Mutu Beton ( $f_c'$ ) = 35 MPa
- Modulus Elastisitas beton ( $E_c$ )  
 $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'}$   
 $E_c = 4700 \cdot \sqrt{35}$  MPa  
 $E_c = 27805,575$  MPa

### 4.8.2 Baja Tulangan

Mutu baja tulangan yang digunakan adalah :

- Mutu Baja Tulangan Bj TS 40 (SNI 2052 2014)
- Tegangan Leleh ( $f_y$ ) = 390 MPa
- Tegangan putus ( $f_u$ ) = 490 MPa
- Modulus Elastisitas = 200.000 MPa

Tabel 4.5. Sifat mekanis tulangan baja (SNI 2052-2014)

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung		TS/YS
		Kuat luluh minimum	Kuat tarik minimum	Regangan minimum	Sudut lengkung	Diameter pelengkung	
		N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	%			
BJTP 24	No. 2	235	380	20	180°	3 x d	-
	No. 3	(24)	(39)	24			
BJTP 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16 = 3xd d >16 = 4xd	-
	No. 3	(30)	(45)	20			
BJTS 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16 = 3xd d >16 = 4xd	-
	No. 3	(30)	(45)	20			
BJTS 35	No. 2	345	490	18	180°	d ≤ 16 = 3xd 16 < d ≤ 40 = 4xd d ≥ 40= 5xd	-
	No. 3	(35)	(50)	20			
BJTS 40	No. 2	390	560	16	180°	5 x d	Min 1,2
	No. 3	(40)	(57)	18			
BJTS 50	No. 2	490	620	12	90°	d ≤ 25 = 5xd d > 25 = 6xd	Min 1,2
	No. 3	(50)	(63)	14			
CATATAN:							
1. Hasil uji lengkung tidak boleh retak pada sisi luar lengkungan							
2. Untuk baja tulangan sirip ≥ S.32 dikurangi 2 % dari nilai regangan							
3. Untuk baja tulangan sirip S.40 dan S.50 dikurangi 4 % dari nilai regangan							
4. 1 kgf/mm <sup>2</sup> = 9,81 N/mm <sup>2</sup>							
5. Regangan adalah regangan total panjang yang dihitung setelah sample uji putus							
6. Metode penentuan batas ulur dapat menggunakan metode offset dengan nilai offset 0,2%							
7. Batang uji tarik No. 2 untuk diameter ≤ 22 mm dan batang uji tarik No. 3 untuk diameter ≥ 25 mm							

### 4.8.3 Tiang Pondasi

Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang pipa baja (*Steel Pipe Pile*) JIS A5525 Gr. 3 dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Tegangan Leleh ( $f_y$ ) = 310 MPa
- Tegangan putus ( $f_u$ ) = 455 MPa
- Modulus Elastisitas = 200.000 MPa

### 4.9 Penetapan Tata Letak

Dalam Perencanaan dermaga ini dipergunakan data kapal Oil Tanker dengan kapasitas 15.000DWT. berikut adalah spesifikasi dari kapal tersebut :

- Bobot Mati : 15.000 DWT
- Loa : 163 cm
- Lpp : 153 cm

- Draft Kapal : 9 m
- Lebar Kapal : 20 m
- Tinggi Kapal : 11,9 m
- HWS : +1,80 m

(Sumber : *Marine Fender Design Manual Bridgestone*)

#### 4.9.1 Dimensi ULP, Trestle, Mooring Dolphin, Breasting Dolphin

- Dimensi Dermaga

Penentuan dimensi dermaga dengan rencana menurut *Standard Criteria for Port and Harbour in Indonesia, 1984*, dihitung dengan formula 1.1 Loa atau Loa + 1.1m. akan tetapi, untuk menghemat dimensi dermaga, maka dermaga direncanakan sesuai dengan metode *Unloading* muatan minyak dari kapal, panjang dan lebar dermaga direncanakan dapat dipakai :

- Panjang : 20 m
- Lebar : 15 m
- Lajur Pipa : 2 Lajur

- Dimensi Trestle

Trestle merupakan struktur jembatan penghubung dermaga dengan daratan agar dermaga terletak pada kedalaman yang diperlukan. Selain itu digunakan untuk penghubung utilitas dermaga yang diperlukan seperti pipa air, pipa, pipa bahan bakar, jaringan listrik dan sebagainya.

Direncanakan bentuk dan ukuran trestel sesuai dengan kebutuhan yang ada yaitu :

- Panjang : 35 m
- Lebar : 4 m
- Jumlah Pipa : 2 Pipa Baja Karbon Ø10"

- Dimensi *Mooring Dolphin*

*Mooring Dolphin* merupakan struktur terpisah dari dermaga yang berfungsi sebagai struktur tambat kapal. Dimensi struktur *dolphin* direncanakan sesuai jumlah

kebutuhan tiang pancang dan berat sendiri dari struktur dapat melawan gaya cabut akibat tambatan kapal.

Direncanakan *Mooring Dolphin* menggunakan 5 tiang pancang baja dengan masing-masing tiang berukuran  $\varnothing 711,2$  mm dan jarak antar tiang 2000 mm. Sehingga dimensi *Mooring Dolphin* :

- Panjang : 5 m
- Lebar : 5 m
- Jarak Pancang ke tepi : 1,5 m

▪ Dimensi Breasting Dolphin

*Breasting Dolphin* merupakan struktur yang terpisah dari dermaga yang berfungsi sebagai struktur sandar kapal saat merapat pada dermaga. Dimensi struktur *breasting dolphin* direncanakan sesuai kebutuhan jumlah tiang pancang sehingga dapat menahan gaya-gaya vertikal dan gaya-gaya horizontal

*Breasting Dolphin* yang direncanakan memiliki dua jenis struktur, yaitu *Breasting Dolphin* yang menahan *Berthing Force* saja (BD1 & 4) dan *Breasting Dolphin* yang menahan *Berthing* dan *Mooring Force* (BD2 & 3) sekaligus.

Direncanakan *BD1 & 4* menggunakan 12 tiang pancang baja dengan masing-masing tiang berukuran  $\varnothing 1016$  mm. Sehingga dimensi *Breasting Dolphin* :

- Panjang : 7 m
- Lebar : 5 m

Direncanakan *BD2 & 3* menggunakan 9 tiang pancang baja dengan masing-masing tiang berukuran  $\varnothing 1016$  mm. Sehingga dimensi *Breasting Dolphin* :

- Panjang : 7 m
- Lebar : 5 m

#### 4.9.2 Elevasi Apron

- Elevasi Apron Dermaga

Penentuan Elevasi Apron (Lantai) ditentukan oleh pasang surut, jenis kapal dan elevasi yang sudah ada. Berdasarkan *Standard Criteria for Port and Harbour in Indonesia, 1984, Tabel 7.2* adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.1. Elevasi Apron**

	Pasang surut Terbesar $\geq 3\text{m}$	Pasang surut $< 3\text{ m}$
Dermaga untuk kapal yang memerlukan kedalaman air $\geq 4.5\text{ m}$	0.5 m – 1.5 m	1.0 m – 3.0 m
Dermaga untuk kapal yang memerlukan kedalaman air $< 4.5\text{ m}$	0.3 m – 1.0 m	0.5 m – 1.5 m

Sedangkan untuk elevasi apron dermaga yang diperlukan sesuai dengan Tabel 5.1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Apron} &= \text{HWS} + (0.5\text{ m} - 1.5\text{ m}) \\
 &= +2.70\text{ m} + (0.5 - 1.5\text{ m}) \\
 &= +3.20 \sim +4.00\text{ m dari LWS}
 \end{aligned}$$

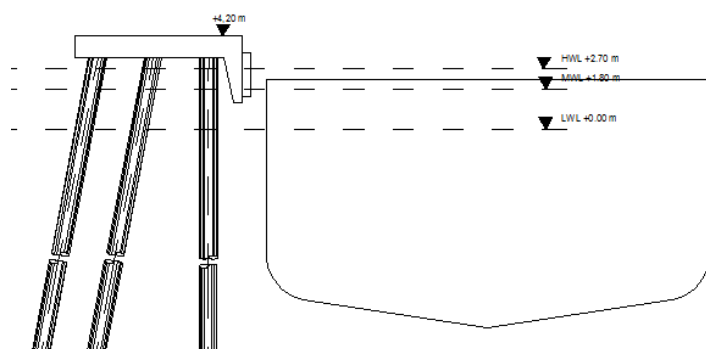
Dipakai tinggi apron +4.00 m LWS untuk menghindari perbedaan ketinggian yang besar antara kapal dan dermaga

- Elevasi Apron Trestle.

Elevasi lantai trestle mengacu pada kondisi eksisting pelabuhan dan ditentukan oleh elevasi dermaga yaitu +4.00 m.

- Elevasi Apron Breasting Dolphin

Elevasi lantai breasting dolphin diperhitungkan dengan memperhitungkan kebutuhan panjang fender, pasang surut arus sungai dan tinggi freeboard kapal. Direncanakan elevasi breasting dolphin +4.00 m.



**Gambar 4. 7 Posisi Breasting Dolphin Terhadap Kapal**

- **Elevasi Apron Mooring Dolphin**  
Elevasi Lantai Mooring Dolphin mengacu pada kondisi eksisting elevasi dermaga yaitu +4.00 m.

## **BAB V**

### **PRELIMINARY DESIGN**

#### **5.1 JARAK PORTAL**

- Jarak portal dermaga direncanakan sebagai berikut :  
Bentang Memanjang       = 5,0 m  
Bentang Melintang       = 4,0 m
- Jarak portal trestle direncanakan sebagai berikut :  
Bentang Memanjang       = 4,0 m  
Bentang Melintang       = 2,0 m

#### **5.1 PENETAPAN DIMENSI**

##### **5.2.1 Tebal Pelat Dermaga dan Trestle**

Lantai Dermaga berfungsi sebagai penerima beban yang bekerja diatasnya. Beban yang diterima berupa beban sendiri pelat lantai, beban merata dermaga dan beban terpusat yang diteruskan ke balok dibawahnya.

Perhitungan dimensi pelat lantai dermaga tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_s \geq 200\text{mm}$$

$$T_s \geq 100 + 40 L \text{ mm}$$

Dimana :

$T_s$  = tebal pelat (mm)

$L$  = jarak pelat antar tumpuan (m)

Maka tebal pelat dermaga :

$$T_s = 100 + (0,04 \times 5000) = 300 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Trestle :

$$T_s = 100 + (0,04 \times 4000) = 260 \text{ mm} \sim \text{dibulatkan } 250 \text{ mm}$$

Maka, tebal pelat lantai yang direncanakan sesuai dengan ketentuan diatas,  $t_s$  dermaga = 300 mm dan  $t_s$  trestle = 250 mm.

### 5.2.2 Dimensi Balok

#### ▪ Dimensi Balok Dermaga

Balok merupakan konstruksi dibawah pelat yang terdiri dari balok memanjang dan melintang. Perencanaan awal dimensi balok dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$D \geq 165 + 0.06L$$

Dimana :

D = tinggi balok (mm)

L = panjang balok (mm)

Selain itu perlu kontrol kelangsingan balok menurut persamaan berikut :

$$\frac{L}{b_d} \leq 240 \frac{b_d}{D}$$

$$\frac{L}{b_d} \leq 60$$

Dimana:

D = tinggi balok (mm)

L = panjang balok (mm)

Bd = Lebar balok (mm)

Maka perhitungan dimensi balok berdasarkan ketentuan diatas sebagai berikut :

#### **Balok Memanjang ( L = 5,0 m)**

$$D \geq 165 + 0.06L$$

$$\geq 165 + 0,06 (5000)$$

$$\geq 465 \text{ mm}$$

$$b = 2/3d$$

$$= 2/3(465)$$

$$= 310 \text{ mm}$$

Jadi direncanakan dimensi balok memanjang **700x1000**

Kontrol Kelangsingan

$$\left. \begin{aligned} \frac{L}{b_d} = \frac{4500}{700} = 6,4 \leq 240 \frac{b_d}{D} = 240 \frac{700}{1000} = 168 \end{aligned} \right\} \text{ OK}$$



$$\frac{L}{b_d} = \frac{4500}{700} = 6,4 \leq 60$$

**Balok Melintang ( L = 4,0 m)**

$$\begin{aligned} D &\geq 165 + 0.06L & b &= 2/3d \\ &\geq 165 + 0,06 (4000) & &= 2/3(405) \\ &\geq 405 \text{ mm} & &= 270 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi direncanakan dimensi balok melintang **450x700**

Kontrol Kelangsingan

$$\left. \begin{aligned} \frac{L}{b_d} &= \frac{4500}{450} = 10 \leq 240 \frac{b_d}{D} = 240 \frac{500}{700} = 136 \\ \frac{L}{b_d} &= \frac{4500}{450} = 10 \leq 60 \end{aligned} \right\} \text{ OK}$$

▪ **Dimensi Balok Trestle**

**Balok Memanjang ( L = 4,0 m)**

$$\begin{aligned} D &\geq 165 + 0.06L & b &= 2/3d \\ &\geq 165 + 0,06 (4000) & &= 2/3(405) \\ &\geq 405 \text{ mm} & &= 270 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi direncanakan dimensi balok memanjang **450x700**

Kontrol Kelangsingan

$$\left. \begin{aligned} \frac{L}{b_d} &= \frac{4500}{450} = 10 \leq 240 \frac{b_d}{D} = 240 \frac{450}{700} = 136 \\ \frac{L}{b_d} &= \frac{4500}{450} = 10 \leq 60 \end{aligned} \right\} \text{ OK}$$

**Balok Melintang ( L = 4,0 m)**

$$\begin{aligned} D &\geq 165 + 0.06L & b &= 2/3d \\ &\geq 165 + 0,06 (4000) & &= 2/3(405) \\ &\geq 405 \text{ mm} & &= 270 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi direncanakan dimensi balok melintang **450x700**

Kontrol Kelangsingan

$$\left. \begin{aligned} \frac{L}{b_d} &= \frac{4500}{450} = 10 \leq 240 \frac{b_d}{D} = 240 \frac{450}{700} = 136 \\ \frac{L}{b_d} &= \frac{4500}{450} = 10 \leq 60 \end{aligned} \right\} \text{ OK}$$

### 5.2.3 Diameter Tiang Pancang

**Tabel 5.2. Data Tiang Pancang Dermaga**

Spec	Platform	Trestle	MD	BD	Catwalk
<b>Diameter</b>	812,8 mm	609,0 mm	1016 mm	1016 mm	508 mm
<b>Tebal</b>	12 mm	12 mm	19 mm	19 mm	12 mm
<b>Luas Penampang</b>	301,81 cm <sup>2</sup>	225,28 cm <sup>2</sup>	595,12 cm <sup>2</sup>	595,12 cm <sup>2</sup>	
<b>Berat</b>	236,81 kg/m	176,76 kg/m	466,92 kg/m	466,92 kg/m	
<b>Momen Inersia</b>	241871 cm <sup>4</sup>	100611 cm <sup>4</sup>	739710 cm <sup>4</sup>	739710 cm <sup>4</sup>	

### 5.2.4 Dimensi Poer

Dimensi poer berdasarkan ukuran tiang pancang dan jumlah tiang terpasang disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 5.3. Dimensi Poer**

Type	Lokasi	Dimensi	n	Ket
A	Platform	1500x1500x1000	1	T. Tegak
B	Trestle	1000x1000x1000	1	T. Tegak
C	Catwalk	3000x1000x1000	2	T. Tegak

## BAB VI PEMBEBANAN

### 6.1 PEMBEBANAN STRUKTUR

#### 6.1.1 Pembebanan Pada *Catwalk*

##### 1. Beban Vertikal

###### ▪ Beban Mati

- Beban mati merata berasal dari berat profil WF sebagai balok memanjang dan balok melintang.
- Beban Pelat Grating

###### ▪ Beban Hidup Merata

Beban hidup

$$q = 0,20 \text{ t/m}^2$$

##### 2. Beban Horisontal

###### ▪ Beban Gempa

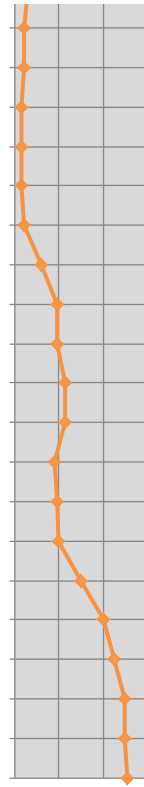
Gempa pada desain dermaga curah cair ini direncanakan menggunakan periode ulang 500 tahun atau level gempa adalah 10% dalam 50 tahun (SNI 2833-2013). Beban gempa akan direncanakan menggunakan respon spektrum, berikut adalah pengolahan data respon spektrum yang selanjutnya akan digunakan acuan sebagai input beban gempa pada SAP2000 :

- Penentuan Kelas Situs

**Tabel 6.1. Perhitungan N rata-rata**

Elv.	Depth	Soil Type	N-SPT	Grafik SPT	ti	ti/N
-7	0	Lanau, plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0			
-8	1	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuan, kemerahan sedang	6		1	0,16667
-9	2	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuan, kemerahan sedang	6		1	0,16667
-10	3	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuan, kemerahan sedang	7		1	0,14286
-11	4	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu, lunak	8		1	0,12500
-12	5	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu, lunak	6		1	0,16667

-13	6	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu kecoklatan, lunak	4	6	1	0,25000
-14	7	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu kecoklatan, lunak	4	7	1	0,25000
-15	8	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3	8	1	0,33333
-16	9	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3	9	1	0,33333
-17	10	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3	10	1	0,33333
-18	11	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	4	11	1	0,25000
-19	12	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	12	12	1	0,08333
-20	13	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	19	13	1	0,05263
-21	14	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	19	14	1	0,05263
-22	15	Pasir halus, putih, medium	23	15	1	0,04348
-23	16	Pasir halus, putih, medium	23	16	1	0,04348
-24	17	Pasir halus, putih, medium	18	17	1	0,05556
-25	18	Pasir halus, putih kecoklatan, medium	19	18	1	0,05263
-26	19	Pasir halus, putih kecoklatan, medium	20	19	1	0,05000
-27	20	Pasir halus, putih kecoklatan, padat	30	20	1	0,03333
-28	21	Pasir halus, putih kecoklatan, padat	40	21	1	0,02500
-29	22	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	45	22	1	0,02222
-30	23	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	50	23	1	0,02000
-31	24	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	50	24	1	0,02000
-32	25	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	51	25	1	0,01961
$\Sigma$					25	3,0918
N rata-rata					8,0860075	



Untuk klasifikasi situs mengacu pada *SNI 2833-2013* tabel 2 yang disajikan pada tabel dibawah ini :

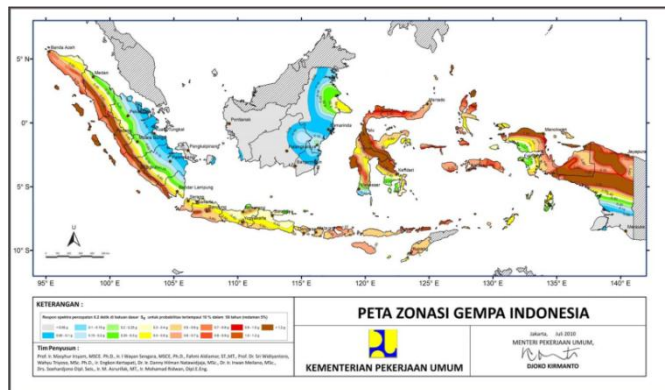
**Tabel 6.2. Klasifikasi Situs (SNI 2833-2013 – Tabel 2)**

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/s)	$\bar{N}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$

Karena  $N_{rata-rata}$  dari hasil perhitungan adalah  $8,08 < 15$ , maka tanah termasuk kedalam situs tanah lunak (SE).

- Menentukan Nilai  $S_s$  dan  $S_i$

Nilai  $S_s$  dan  $S_i$  ditentukan dengan melihat peta gempa untuk periode ulang 500 tahun pada SNI 2833-2013 yaitu peta gempa pada gambar 2 untuk nilai  $S_s$  dan peta gempa pada gambar 3 untuk nilai  $S_i$

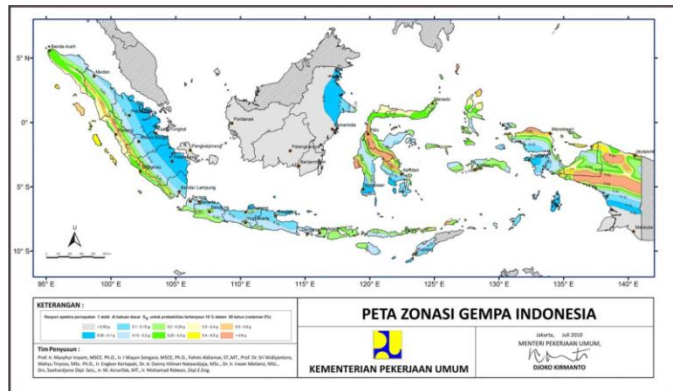


Gambar 2 - Peta respons spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun



**Gambar 6.1. Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833-2013 – Gambar 2)**

Berdasarkan gambar diatas dapat ditentukan nilai  $S_s = 0,05$



Gambar 3 - Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun



**Gambar 6.2. Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833-2013 – Gambar 3)**

Berdasarkan gambar diatas dapat ditentukan nilai  $S_i = 0,025$

- Menentukan Faktor Amplifikasi ( $F_a$ )  
 Nilai faktor amplifikasi ( $F_a$ ) dapat ditentukan dengan melihat tabel 4 SNI 2833-2013 seperti pada tabel berikut :

**Tabel 6.3. Koefisien Situs, Fa (SNI 2833-2013 – Tabel 4)**

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS <sup>b</sup>				

Berdasarkan kelas situs SE dan nilai  $S_s \leq 0,25$ , maka diambil nilai  $F_a = 2,5$ .

- Menentukan Nilai Koefisien Situs ( $F_v$ )

Nilai faktor amplifikasi ( $F_a$ ) dapat ditentukan dengan melihat tabel 4 SNI 2833-2013 seperti pada tabel berikut :

**Tabel 6.4. Koefisien Situs,  $F_v$  (SNI 2833-2013 – Tabel 5)**

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS <sup>a</sup>				

Berdasarkan kelas situs SE dan nilai  $S_s \leq 0,1$ , maka diambil nilai  $F_v = 3,5$ .

- Parameter Percepatan Spektral

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek dan untuk periode 1 detik menurut SNI 2833-2013 pasal 5.4.1 ditentukan dengan persamaan berikut :

$$S_{DS} = F_a \cdot S_s = 2,5 \cdot 0,05 = 0,125 \text{ g} \dots\dots\dots (6.1)$$

$$S_{DI} = F_v \cdot S_1 = 3,5 \cdot 0,025 = 0,0875 \text{ g} \dots\dots\dots (6.2)$$

- Grafik Respon Spektrum

Sebelum membuat grafik respon spektrum terlebih dahulu menentukan nilai  $T_o$  dan  $T_s$  dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_o = 0,2 \left( \frac{S_{DI}}{S_{DS}} \right) = 0,2 \left( \frac{0,0875}{0,125} \right) = 0,140 \dots \dots \dots (6.3)$$

$$T_s = \left( \frac{S_{DI}}{S_{DS}} \right) = \left( \frac{0,0875}{0,125} \right) = 0,70 \dots \dots \dots (6.4)$$

Sedangkan percepatan spektra dapat dihitung dengan memenuhi ketentuan *SNI 2833-2013* sebagai berikut :

- a. Untuk perioda lebih kecil dari  $T_o$ , spektrum respon percepatan desain  $S_a = S_{DS} \cdot (0,4 + 0,6 (T / T_o))$
- b. Untuk perioda lebih besar sama dengan  $T_o$  dan lebih kecil dari  $T_s$ , spektrum respon percepatan desain  $S_a = S_{DS}$
- c. Untuk perioda lebih besar sama dengan  $T_s$ , spektrum respon percepatan desain  $S_a = S_{DI} / T$

Berikut adalah tabel perhitungan *Spectra Acceleration* :

**Tabel 6.5. Tabel Perhitungan *Spectra Acceleration***

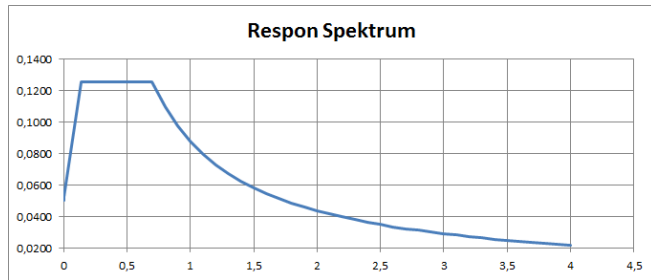
T (detik)	Sa (g)
0	0,0500
0,005	0,0527
0,140	0,1250
0,700	0,1250
0,800	0,1094
0,900	0,0972
1,000	0,0875
1,100	0,0795
1,200	0,0729
1,300	0,0673
1,400	0,0625
1,500	0,0583



1,600	0,0547
1,700	0,0515
1,800	0,0486
1,900	0,0461
2,000	0,0438
2,100	0,0417
2,200	0,0398
2,300	0,0380
2,400	0,0365
2,500	0,0350
2,600	0,0337
2,700	0,0324
2,800	0,0313
2,900	0,0302
3,000	0,0292
3,100	0,0282
3,200	0,0273
3,300	0,0265
3,400	0,0257
3,500	0,0250
3,600	0,0243
3,700	0,0236
3,800	0,0230
3,900	0,0224
4,000	0,0219

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut adalah grafik Respon Spektrum untuk perioda gempa 500 tahun pada Pelabuhan Pulang Pisau.



**Gambar 6.3. Grafik Respon Spektrum**

■ Arus

Besarnya beban arus yang bekerja pada pondasi dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_0 \cdot AU^2 \dots\dots\dots (6.5)$$

Dimana :

$F_D$  = Gaya drag akibat arus (kN)

$C_D$  = Koefisien Drag ( $C_D = 1$  untuk tiang pancang silinder)

$\rho_0$  = berat jenis air laut (= 1,025 t/m<sup>3</sup>)

$A$  = Luas penampang yang kena arus (m<sup>2</sup>)

$U$  = Kecepatan arus (m/s<sup>2</sup>)

Tiang pancang yang terkena arus memiliki kedalaman 11 m. Dimana luas area yang tertabrak arus dipengaruhi oleh diameter tiang pancang yang digunakan Catwalk yaitu :

Pile 500 mm ( $d = 508,0$  mm)

$$\begin{aligned} A_s &= L \cdot d \dots\dots\dots (6.6) \\ &= 11 \text{ m} \cdot 0,5080 \text{ m} \\ &= 5,588 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga jika diketahui  $U = 0,61$  m/s, gaya drag pada tiang pancang dapat dihitung sebesar :

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_0 \cdot AU^2 \dots\dots\dots (6.7)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \frac{kg}{m^3} \cdot 5,588m^2 \cdot 0,61^2$$

$$= 107 \text{ kg}$$

## 6.1.2 Pembebanan Pada Mooring Dolphin

### 1. Beban Vertikal

- Beban Mati Merata

Beban mati merata berasal dari pelat lantai beton sendiri dengan  $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$

- Beban Hidup Merata

Beban Pangkalan diambil  $q = 0,25 \text{ t/m}^2$

- Beban Mati Terpusat

Beban sendiri *bollard*  $P = 1 \text{ t}$

### 2. Beban Horisontal

- Beban Gempa

Perhitungan gaya gempa pada *mooring dolphin* dihitung secara dinamis pada respon spektrum SAP2000 seperti pada *catwalk*.

- Beban Tarikan Kapal

Beban tarikan kapal disebabkan oleh gaya tarik kapal karena bobot kapal atau karena pengaruh angin dan arus. Gaya yang terbesar akan diambil sebagai gaya horisontal yang bekerja pada *Mooring Dolphin* dan juga direncanakan untuk merencanakan *Bollard*.

- Gaya Tarikan Kapal

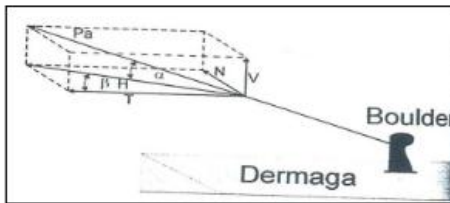
Gaya tarikan kapalmengacu pada kapal terbesar yang direncanakan akan bisa merapat pada dermaga yaitu sebesar 15000 DWT. Berdasarkan *Technical Standart And Commentaries For Port And Harbour Facilities in Japan, 2002*, *boulder* yang harus disediakan agar mampu melayani kapal tersebut adalah *bollard* dengan kekuatan 50 Ton sesuai tabel berikut :

**Tabel 6.6. Beban Tarikan pada Bollard**

Table 2.2.1 Tractive Forces of Vessels (Notification Article 79, Appended Table 12)

Gross tonnage ( <i>GT</i> ) of vessel (tons)	Tractive force acting on a mooring post (kN)	Tractive force acting on a bollard (kN)
$200 < GT \leq 500$	150	150
$500 < GT \leq 1,000$	250	250
$1,000 < GT \leq 2,000$	350	250
$2,000 < GT \leq 3,000$	350	350
$3,000 < GT \leq 5,000$	500	350
$5,000 < GT \leq 10,000$	700	500
$10,000 < GT \leq 20,000$	1,000	700
$20,000 < GT \leq 50,000$	1,500	1,000

Agar diperoleh gaya-gaya dalam kondisi kritis maka diambil sudut yang terjadi untuk  $\alpha$  dan  $\beta$  sebesar  $45^\circ$ . Besarnya komponen gaya adalah sebagai berikut :

**Gambar 6.4. Gaya yang bekerja pada Bollard**

$$V = Pa \sin \alpha = 50 \sin 45^\circ = 35,355 \text{ Ton} \dots \dots (6.8)$$

$$H = Pa \cos \alpha = 50 \cos 45^\circ = 35,355 \text{ Ton} \dots \dots (6.9)$$

$$T = H \cos \beta = 35,355 \cos 45^\circ = 25 \text{ Ton} \dots \dots \dots (6.10)$$

$$N = H \sin \beta = 35,355 \cos 45^\circ = 25 \text{ Ton} \dots \dots \dots (6.11)$$

Dari komponen-komponen gaya tersebut, dipilih nilai **H = 35,355 Ton** untuk perencanaan boulder. Gaya tersebut harus dibandingkan dengan gaya tarik kapal akibat tekanan angin dan juga arus, kemudian dipilih yang terbesar untuk perencanaan boulder.

- Gaya Tarik Kapal Akibat Arus  
Dalam menghitung tekanan arus pada kapal menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_c = C_c \cdot \gamma_c \cdot A_c \cdot V_c^2 / 2g \dots\dots\dots (6.12)$$

Dimana :

$P_c$  = tekanan arus pada kapal yang bertambat ( ton)

$\gamma_c$  = berat jenis air laut ( =1,025t/m<sup>3</sup>)

$A_c$  = luas kapal dibawah muka air (m<sup>2</sup>)

Dihitung pada dua kondisi, yaitu kondisi kapal penuh dan kondisi kapal kosong.

$V_c$  = kecepatan arus (=0,61 m/s)

$C_c$  = koefisien arus (=1)

$g$  = 9,81 m/s<sup>2</sup>

- Kondisi Kapal Penuh

$D$  = Draft = 8,8m

$A_c$  =  $D \cdot L_oa$  = 8,8m . 163m = 1434,4 mm<sup>2</sup>

$P_c$  =  $1 \cdot 1,025 \cdot 1434,4 \cdot 0,61^2 / 2 \cdot 9,81$   
= 26,977 Ton

- Kondisi Kapal Kosong

$D$  =  $1/3 \cdot \text{Draft}$  = 2,933m

$A_c$  =  $D \cdot L_oa$  = 2,933m . 163m = 478,13 mm<sup>2</sup>

$P_c$  =  $1 \cdot 1,025 \cdot 478,13 \cdot 0,61^2 / 2 \cdot 9,81$   
= 8,997 Ton

Sehingga diperoleh gaya tarik akibat arus terbesar adalah sebesar 26,977 Ton . gaya tersebut diakibatkan oleh gaya arus searah sumbu memanjang kapal, maka gaya tersebut akan ditahan oleh 2 boulder, sehingga gaya akibat arus adalah **13,48 Ton**

- Gaya Tarik Kapal Akibat Angin  
Dalam menghitung tekanan angin pada kapal menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_w \cdot V_w^2 \cdot (A_w \cos^2\theta + B_w \sin^2\theta) \dots\dots (6.13)$$

(Standart Design Criteria For Port In Indonesia,  
1984 Halaman 11 )

Dimana :

$P_w$  = tekanan angin pada kapal yang bertambat ( ton)

$C_w$  = koef. tekanan angin ( =1,135)

$A_w$  = luas kapal arah memanjang diatas muka air ( $m^2$ )

$B_w$  = luasan arah muka kapal diatas air ( $m^2$ )

$\theta$  = sudut arah datang angin terhadap sumbu memanjang kapal ( $=90^\circ$ )

$V_w$  = 33 m/s(pada kondisi puncak)

$\rho_w$  = 0,123 kg.sec/ $m^4$

a. Kondisi Kapal Penuh

$$A_w = (H - \text{Draft}) \cdot B = (11,2m - 8,8m) \cdot 20m = 48 m^2$$

$$B_w = (H - \text{Draft}) \cdot \text{Loa} \\ = (11,2m - 8,8m) \cdot 163m = 391,2 m^2$$

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot 0,123 \cdot 1 \cdot 33^2 \cdot (48 \cos^2 45 + 391,2 \sin^2 45) \\ = 30,22 \text{ Ton}$$

b. Kondisi Kapal Kosong

$$A_w = (H - \frac{1}{3} \cdot \text{Draft}) \cdot B \\ = (11,2m - 2,93m) \cdot 20m = 165,3 m^2$$

$$B_w = (H - \frac{1}{3} \cdot \text{Draft}) \cdot \text{Loa} \\ = (11,2m - 2,93m) \cdot 163m = 1347,467 m^2$$

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot 0,123 \cdot 1 \cdot 33^2 \cdot (165,3 \cos^2 45 + 1347,467 \sin^2 45) \\ = 104,0931 \text{ Ton}$$

Sehingga diperoleh gaya tarik akibat angin terbesar adalah sebesar 104,0931 Ton . gaya tersebut diakibatkan oleh gaya angin tegak lurus sumbu memanjang kapal, maka gaya tersebut akan ditahan oleh 4 boulder, sehingga gaya akibat angin adalah **26,04 Ton**

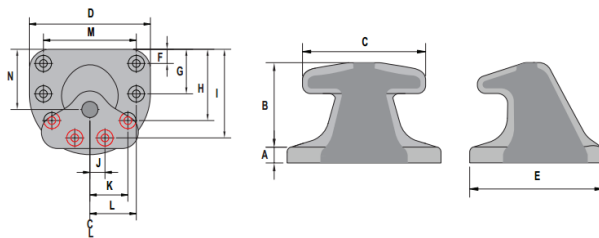
**Tabel 6.7. Resume Gaya Tambat Kapal 15000 DWT**

Kapal	Gaya Boulder	Gaya Arus	Gaya Angin
15000 DWT	35,53 Ton	13,48 Ton	26,04 Ton

Kesimpulan :

Gaya tarik terbesar pada kapal adalah akibat bobot sendiri kapal. Maka digunakan gaya tarik kapal = **35,53 Ton**.

Dengan mengaju pada katalog bollard Trelleborg sehingga direncanakan bollard dengan tipe T-Head dengan kapasitas 50 ton dengan spesifikasi sesuai pada gambar dibawah ini :

**Gambar 6.5. Bollard Tipe T-Head kapasitas 50 ton****Tabel 6.8. Dimensi Bollard T-Head**

Metric Dimensions (mm)	Standard Bollard Capacity (Metric Tonnes)									
	MT 10	MT 15	MT 20	MT 30	MT 50	MT 75	MT 100	MT 125	MT 150	MT 200
A	47	52	54	57	70	80	80	87	93	97
B	199	219	240	250	308	354	413	458	492	521
C	305	335	351	366	451	518	610	671	719	762
D	381	419	438	457	564	648	762	838	899	952
E	330	363	380	396	489	561	660	726	779	826
F	44	49	51	53	66	76	89	98	105	111
G	-	-	-	-	-	-	305	335	360	349
H	-	-	232	242	298	298	496	546	586	559
I	243	267	329	343	423	463	572	629	674	694
J	103	114	0	0	0	105	0	0	0	119

K	-	-	152	159	196	241	195	215	231	299
L	-	-	-	-	-	-	291	320	343	365
M	292	321	336	351	432	497	584	643	689	730
N	189	208	217	226	279	321	377	415	445	472
Bolt Size	M24	M24	M24	M30	M36	M42	M42	M48	M48	M56
Bolt Length	450	450	450	450	600	600	600	750	750	915
Bolt Qty	4	4	5	5	5	6	7	7	7	8

- Penempatan Bollard  
Berdasarkan ketentuan *Standart Criteria For Port In Indonesia, 1984* tabel 7.5 hal.33

Gross Tonnage of ship (Ton)	Max. Spacing of Bollard (m)	Min. Number of Installation per Berth
- 2.000	10 - 15	4
2.001 - 5.000	20	6
5.001 - 20.000	25	6
20.001 - 50.000	35	8
50.001 - 100.000	45	8

**Gambar 6.6. Jumlah Bollard Minimum**

Letak bollard dipilih berdasarkan posisi *Mooring Dolphin*. Berdasarkan ketentuan diatas maka akan dipasang 6 buah bollard.

- Arus  
Tiang pancang yang terkena arus memiliki kedalaman 11 m. Dimana luas area yang tertabrak arus dipengaruhi oleh diameter tiang pancang yang digunakan *Mooring Dolphin* yaitu :

Pile 900 mm (d = 914,4 mm)

$$\begin{aligned}
 A_s &= L \cdot d \\
 &= 11 \text{ m} \cdot 0,9144 \text{ m} \\
 &= 10,058 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



Sehingga jika diketahui  $U = 0,61 \text{ m/s}$ , gaya drag pada tiang pancang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (6.7) diatas :

$$\begin{aligned} F_d &= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10,058 \text{m}^2 \cdot 0,61^2 \\ &= 191 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 6.1.3 Pembebanan Pada Breasting Dolphin

#### 1. Beban Vertikal

- Beban Mati Merata

Beban mati merata berasal dari pelat lantai beton sendiri dengan  $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$

- Beban Hidup Merata

Beban Pangkalan diambil

$$q = 0,5 \text{ t/m}^2$$

- Beban Mati Terpusat

Beban sendiri Fender

$$P = 1 \text{ t}$$

#### 2. Beban Horisontal

- Beban Gempa

Perhitungan gaya gempa pada *breasting dolphin* dihitung secara dinamis pada respon spektrum SAP2000 seperti pada *catwalk*.

- Beban Tumbukan Kapal (*Berthing Force*)

- Menghitung Energi Fender

Perencanaan tipe fender didasarkan atas besarnya energi kapal yang menumbuk pada struktur *breasting dolphin*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung besarnya energi fender yaitu rumus dari *Marine Fender Design Manual Bridgestone* yang menggunakan perbandingan 3 rumus sebagai berikut :

#### FORMULA 1:

$$E = \frac{(W_1 + W_2) \times V^2}{2g} \times K \dots\dots\dots (6.14)$$

Dimana :

E	= Gaya Tambat Efektif	(ton.m)
W1	= <i>Displacement Tonnage</i>	(ton)
W2	= Berat Kapal Tambahan	
V	= kecepatan merapat kapal	(m/s)
g	= Percepatan Gravitasi	(9,81 m/s <sup>2</sup> )
K	= Faktor Eksentrisitas	

Maka,

➤ Mencari V :

**Tabel 5.4. Desain Kecepatan Kapal**

Ukuran Kapal (DWT)	Kecepatan Aktual (m/s)	Kecepatan Desain (m/s)
<10,000 Ton	0,1 ~ 0,30	0,20
10,000 ~ 50,000 Ton	0,1 ~ 0,20	0,15
>50,000 Ton	0,1 ~ 0,15	0,15

Digunakan Kecepatan Kapal 0,15 m/s

➤ Mencari W1 :

$$W1 = 4/3 \times DWT \dots\dots\dots (6.15)$$

$$= 4/3 \times 15000t = 20000 \text{ Ton}$$

➤ Mencari W2 :

$$W2 = \rho L H^2 x \frac{\pi}{4} \dots\dots\dots (6.16)$$

Dimana :

$\rho$  = Berat Jenis Air Laut (1,025 t/m<sup>3</sup>)

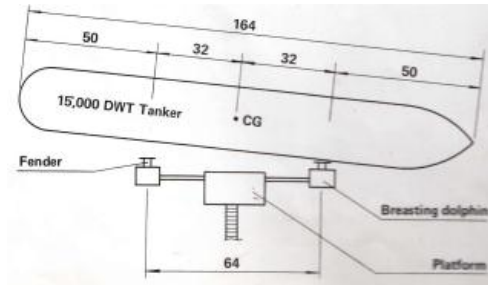
L = panjang kapal (m)

H = full draft (m)

$$\begin{aligned} W2 &= 1,025 \times 153,3 \text{ m} \times (8,8\text{m})^2 \times \pi/4 \\ &= 9591,16 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$W_{\text{total}} = W1 + W2 = 29591,16 \text{ ton}$$

- Mencari Nilai K  
Untuk model merapat kapal tanker 15000DWT kepada struktur dolphin seperti gambar dibawah ini :



**Gambar 6. 7 Model Merapat Kapal pada Dolphin**

Dalam hal ini, maka :

$$K = \frac{1}{1 + \frac{l^2}{r}} \dots\dots\dots (6.17)$$

$$= \frac{1}{1 + \left(\frac{32}{164/4}\right)^2} = 0,61$$

Maka Nilai Formula 1, adalah :

$$E = \frac{(20000t + 9591,16 t) \times 0,20^2}{2 \times 9,81} \times 0,61 = \mathbf{33,97 \text{ ton.m}}$$

### **FORMULA 2 :**

$$E = \frac{1}{2g} \times W \times Vn^2 \times C_E \times C_H \times C_S \times C_c \dots\dots\dots (6.18)$$

Dimana :

- E = Gaya Tambat Efektif (ton.m)  
W = W1 + W2 (ton)  
V = Kecepatan Merapat Kapal (m/s)  
Ce = Faktor Eksentrisitas (Biasanya Diambil 0,5)  
Ch = Koefisien Hidrodinamis  
Cs = Faktor Kehalusan (antara 0,9 - 1,0)

Cc = Faktor Kofigurasi (1,0 untuk open pier)

Maka,

➤ Mencari W :

$$\begin{aligned} W &= W1 + W2 \\ &= 20000 \text{ ton} + 9591,16 \text{ ton} \\ &= 29591,16 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Mencari V :

V = sesuai Tabel 5.3 Desain Kecepatan Kapal

➤ Mencari Ch :

$$\begin{aligned} C_H &= 1 + \frac{2D}{B} \dots\dots\dots (6.19) \\ &= 1 + \frac{2 \times 8,8 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 1,88 \end{aligned}$$

Maka Nilai Formula 2 adalah :

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2 \times 9,8} \times 29591,16 \text{ t} \times 0,20^2 \times 0,5 \times 1,88 \times 1,0 \times 1,0 \\ &= \mathbf{33,98 \text{ ton.m}} \end{aligned}$$

### FORMULA 3

$$E = \frac{1}{2g} \times W1 \times Vn^2 \times C_E \times C_M \times C_s \dots\dots\dots (6.20)$$

Dimana :

E = Gaya Tambat Efektif (ton.m)

W1 = *Displacement Tonnage* (ton)

V = Kecepatan Merapat Kapal (m/s)

Ce = Faktor Eksentrisitas (Biasanya Diambil 0,5)

Cs = Faktor Kehalusan (antara 0,9-1,0)

Cm = Faktor Massa

Maka,

➤ Mencari W1 :

$$W1 = 4/3 \text{ DWT} = 4/3 \times 15000 \text{ DWT} = 20000 \text{ ton}$$

➤ Mencari V :

V = sesuai Tabel 5.3 Desain Kecepatan Kapal

➤ Mencari  $C_m$  :

$$C_M = \frac{(W_1 + W_2)}{W_1} \dots\dots\dots (6.21)$$

$$= \frac{29591,16 \text{ t}}{20000 \text{ t}} = 1,48$$

Maka Nilai Formula 3 adalah :

$$E = \frac{1}{2 \times 9,81} \times 20000 \text{ t} \times 0,20^2 \times 0,5 \times 1,48 \times 1,0$$

$$= \mathbf{18,08 \text{ ton.m}}$$

**Tabel 6.9. Resume Hasil Perhitungan Energi Fender**

Formula	Energi (ton.m)
I	33,97 ton
II	33,98 ton
III	18,08 ton

Maka dipakai yang memiliki Nilai Energi terbesar yaitu dari Formula 2 sebesar  $E = \mathbf{33,98 \text{ ton}}$

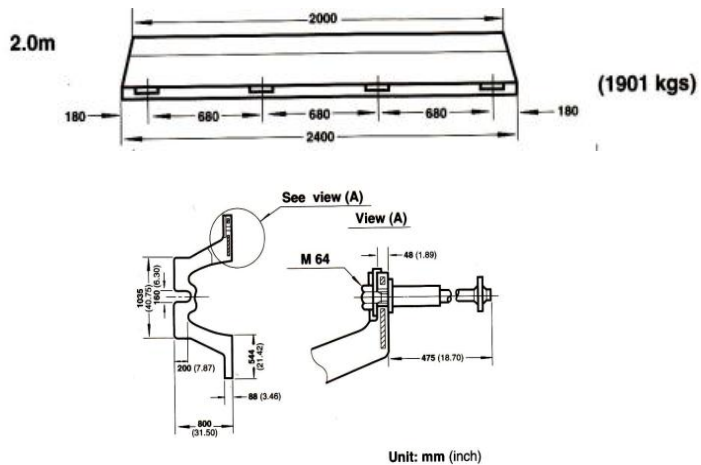
- Perencanaan Type Fender

Dari perhitungan Energi Fender diatas didapat  $E_f = 33,98 \text{ ton.m}$ . maka direncanakan menggunakan fender Bridgestone Tipe SM800H (M2) dengan nilai  $E = 36,2 \text{ ton.m}$  dengan spesifikasi seperti pada tabel dan gambar berikut :

**Tabel 6.10. Spesifikasi Super M Fender 800H (M2)**

Rubber grade	M2			
Deflection	50 %		55 %	
Performance	R Tons	E Ton-M	R Tons	E Ton-M
Length (m)	Kips	Ft-Kips	Kips	Ft-Kips
1.0	57.9 127.7	18.1 131.0	80.0 176.4	20.8 150.5

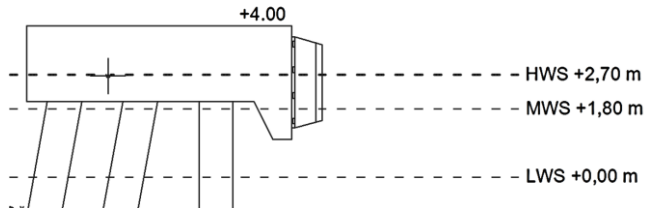
1.5	86.9	27.2	120.0	31.2
	191.6	196.8	264.6	225.7
2.0	115.8	36.2	160.0	41.6
	255.3	261.9	352.8	301.0
2.5	144.8	45.3	200.0	52.0
	319.3	327.7	441.0	376.2
3.0	173.7	54.3	240.0	62.4
	383.0	392.9	529.2	451.5



**Gambar 6.8. Fender SM 800H L = 2 meter**

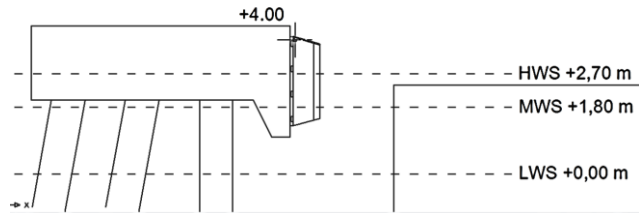
- Pemasangan Fender

Fender dipasang sejarak 0,50 m dari elevasi breasting dolphin dan sejarak 3,50 m dari LWS seperti dijelaskan pada gambar berikut :

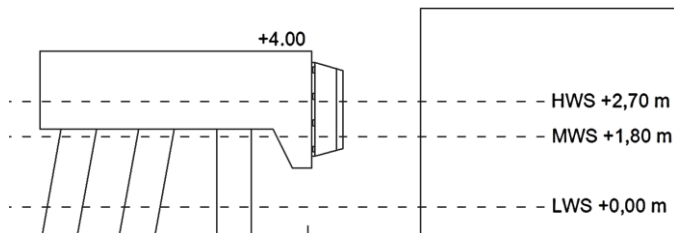


**Gambar 6.9. Pemasangan Fender Arah Vertikal**

Pemasangan Fender tersebut dicek kondisi posisi kapal saat merapat ke dermaga dalam keadaan pasang dan surut seperti gambar berikut:



**Gambar 6.10. Posisi Kapal menambat di breasting dolphin saat kondisi surut**

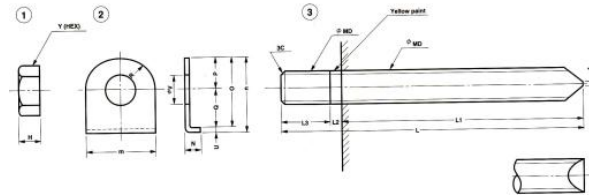


**Gambar 6.11. Kondisi kapal menambat di breasting dolphin saat kondisi pasang.**

- Panjang Angkur Fender

Berat Fender = 1901 kgs

Jumlah Baut = 8 buah



**Gambar 6.12. Panjang Angkur ( Marine Fender Design Manual)**

**Tabel 6.11. Panjang Angkur**

SIZE	ANCHOR HOLE		
	MD $\phi$	Drill Dia	Depth
SM250H	M27	32.0	210
SM300H	M30	38.0	210
SM400H	M36	46.0	250
SM500H	M42	55.0	320
SM600H	M48	60.0	320
SM800H	M64	75.0	515
SM1000H	M64	75.0	515

Jadi panjang angkur Fender menurut Marine Fender Design Manual Bridgestone diambil  $L = 515$  mm

■ Arus

Tiang pancang yang terkena arus memiliki kedalaman 11 m. Dimana luas area yang tertabrak arus dipengaruhi oleh diameter tiang pancang yang digunakan *Mooring Dolphin* yaitu :

Pile 900 mm ( $d = 914,4$  mm)

$$\begin{aligned}
 A_s &= L \cdot d \\
 &= 11 \text{ m} \cdot 0,9144 \text{ m}
 \end{aligned}$$



$$= 10,058 \text{ m}^2$$

Sehingga jika diketahui  $U = 0,61 \text{ m/s}$ , gaya drag pada tiang pancang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (6.7) diatas :

$$\begin{aligned} F_d &= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10,058 \text{ m}^2 \cdot 0,61^2 \\ &= 191 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 6.1.4 Pembebanan Pada Platform

##### 1. Beban Vertikal

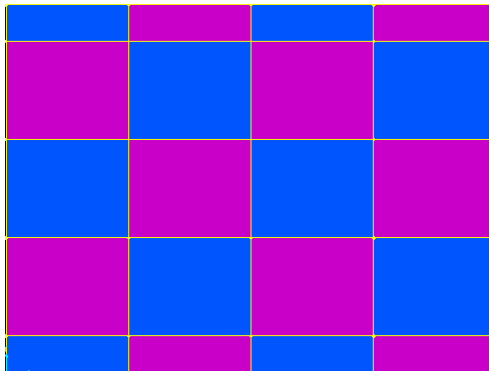
- Beban Mati Merata

Beban mati merata berasal dari pelat lantai beton sendiri dengan  $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$

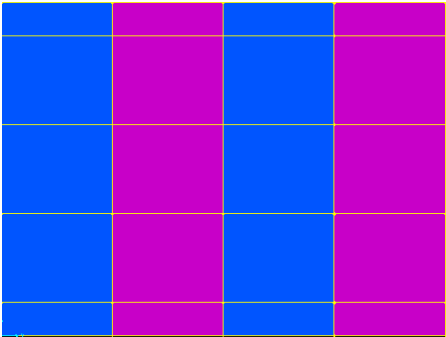
- Beban Hidup Merata

Beban Pangkalan diambil  $q = 2,5 \text{ t/m}^2$

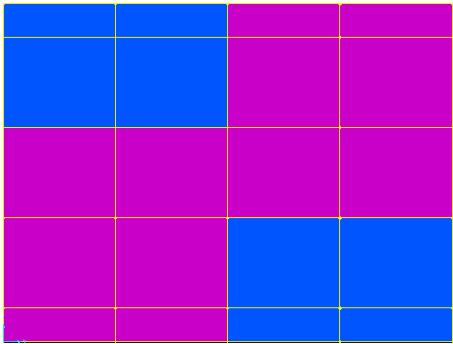
Berikut adalah macam – macam beban UDL pada platform :



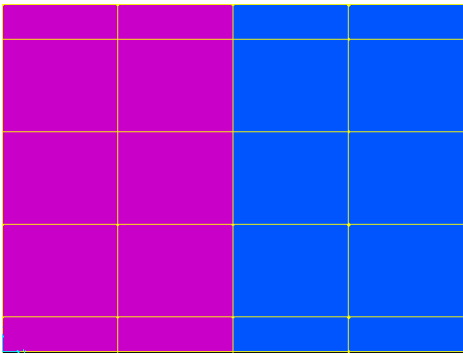
Gambar 6.13. Beban UDL Tipe 1 pada Platform



**Gambar 6.14. Beban UDL Tipe 2 pada Platform**



**Gambar 6.15. Beban UDL Tipe 3 pada Platform**



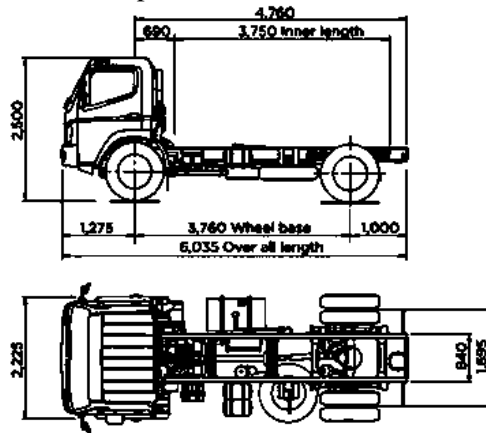
**Gambar 6.16. Beban UDL Tipe 3 pada Platform**

- Beban Pipa Transpor Pipa Baja Carbon dari PT. Saran Steel Corp Diameter 10" (0,0592 Ton/m)
- Berat Beban Curah Cair =  $0,8 \text{ t/m}^3 \times 0,25 \times \pi \times 0,248 \text{ m}$   
= 0,3884 t/m

■ Beban Hidup Terpusat

- Beban Truk

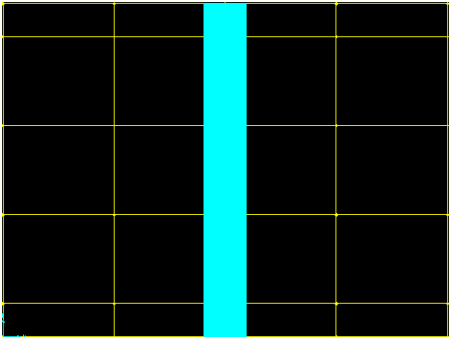
Truk yang direncanakan untuk melintas *platform* adalah Truk Mitsubishi Tipe FI 1217.



**Gambar 6.17. Mitsubishi FI 1217**

Model Pembebanan Truk pada *Platform* pada SAP2000 berupa beban berjalan yang telah ditentukan jalur – jalur untuk truk. Dalam perencanaan digunakan 3 jalur untuk truk untuk memodelkan/memperkirakan gerak laju truk saat putar balik pada *Platform*, sebagai berikut :

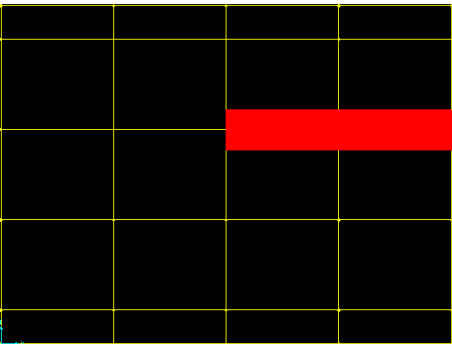
- a. Jalur 1 truk dimodelkan melintasi sisi tengah *platform*
- b. Jalur 2 truk dimodelkan putar balik ke sisi kiri *platform*.
- c. Jalur 3 truk dimodelkan putar balik ke sisi kanan *platform*.



Gambar 6.18. Jalur 1 Truk pada Platform



Gambar 6.19. Jalur 2 Truk pada Platform



Gambar 6.20. Jalur 3 Truk pada Platform

- Beban Mati Terpusat

Beban dari alat Marine Loading Arm Emco Weathon B0030

= 11.900 kg (sebanyak 2 buah)

**Tabel 6.12. Spesifikasi Teknis Marine Loading Arm Emco Weathon**

**B0030 | MARINE LOADING ARM**

**MATERIALS AND TECHNICAL DATA – EXCL. EMERGENCY RELEASE SYSTEM**

NB	A + B	X	C	D	N	S	Flow rate	Weight	Bending moment
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m <sup>3</sup> /h	kN	kNm
4"	4500	1000	8000	8000	590	3900	300	62	103
6"	4500	1000	8000	8000	590	3900	600	63	105
8"	4500	1000	9000	9000	740	3900	1100	87	144
10"	6000	1500	10000	10000	890	5250	1700	119	230
12"	7000	1500	11000	11000	1040	6250	2500	157	340
16"	7000	1500	11000	11000	1310	6250	4000	224	500

## 2. Beban Horisontal

- Beban Gempa

Perhitungan gaya gempa pada *unloading platform* dihitung secara dinamis pada respon spektrum SAP2000 seperti pada *catwalk*.

- Arus

Tiang pancang yang terkena arus memiliki kedalaman 11 m. Dimana luas area yang tertabrak arus dipengaruhi oleh diameter tiang pancang yang digunakan *Platform* yaitu :  
Pile 800 mm (d = 812,2 mm)

$$\begin{aligned}
 A_s &= L \cdot d \\
 &= 11 \text{ m} \cdot 0,8122 \text{ m} \\
 &= 8,9342 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga jika diketahui  $U = 0,61 \text{ m/s}$ , gaya drag pada tiang pancang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (6.7) diatas :

$$\begin{aligned}
 F_d &= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 8,9342 \text{ m}^2 \cdot 0,61^2 \\
 &= 170,37 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### 6.1.5 Pembebanan Pada *Trestle*

#### 1. Beban Vertikal

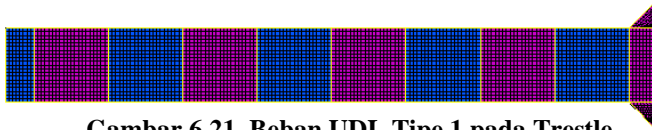
- Beban Mati Merata

Beban mati merata berasal dari pelat lantai beton sendiri dengan  $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$

- Beban Hidup Merata

- Beban UDL

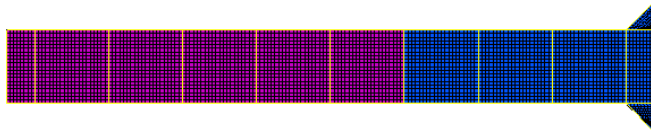
Besarnya beban UDL pada trestle direncanakan  $2 \text{ ton/m}^2$  yang memiliki 4 tipe beban sebagai berikut :



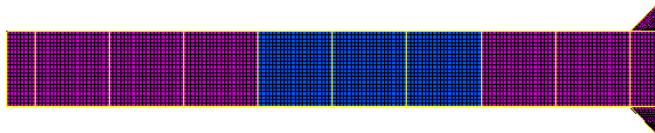
Gambar 6.21. Beban UDL Tipe 1 pada Trestle



Gambar 6.22. Beban UDL Tipe 2 pada Trestle



Gambar 6.23. Beban UDL Tipe 3 pada Trestle



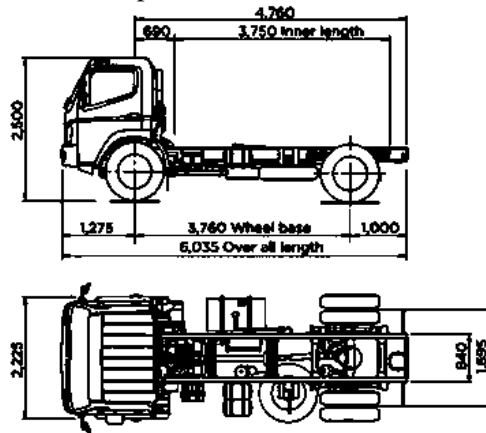
Gambar 6.24. Beban UDL Tipe 4 pada Trestle

- Beban Pipa Transpor Pipa Baja Carbon dari PT. Saran Steel Corp, Diameter 10" (0,0592 Ton/m)
- Berat Beban Curah Cair =  $0,8 \text{ t/m}^3 \times 0,25 \times \pi \times 0,248 \text{ m}$   
= 0,3884 t/m

■ Beban Hidup Terpusat

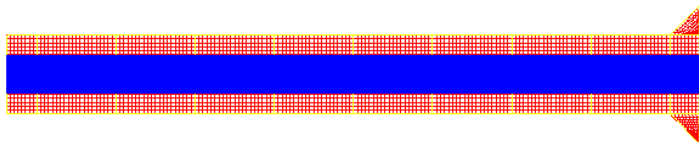
- Beban Truk

Truk yang direncanakan untuk melintas *trestle* adalah Truk Mitsubishi Tipe FI 1217.



Gambar 6.25. Mitsubishi FI 1217

Model Pembebanan Truk pada *Trestle* pada SAP2000 berupa beban berjalan yang telah ditentukan jalurnya.



Gambar 6.26. Jalur Beban Berjalan Truk

## 2. Beban Horizontal

### ▪ Beban Gempa

Perhitungan gaya gempa pada trestle dihitung secara dinamis pada respon spektrum SAP2000 seperti pada *catwalk*.

### ▪ Arus

Tiang pancang yang terkena arus memiliki kedalaman 8 m. Dimana luas area yang tertabrak arus dipengaruhi oleh diameter tiang pancang yang digunakan *Platform* yaitu :  
Pile 400 mm ( $d = 406,4\text{mm}$ )

$$\begin{aligned} A_s &= L \cdot d \\ &= 8 \text{ m} \cdot 0,6096 \text{ m} \\ &= 4,87 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga jika diketahui  $U = 0,61 \text{ m/s}$ , gaya drag pada tiang pancang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (6.7) diatas :

$$\begin{aligned} F_d &= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,87 \text{ m}^2 \cdot 0,61^2 \\ &= 92,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 6.2 KOMBINASI PEMBEBANAN

Kombinasi pembebanan yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada SNI 2847-2002 subbab 11.2 dengan kondisi beban service (ASD) dan beban terfaktor (LRFD).

Beban *service* (ASD) biasa digunakan untuk memeriksa kondisi *displacement* dan untuk perencanaan pondasi struktur.

Sedangkan LRFD atau beban terfaktor biasa digunakan untuk mengecek *ratio* dari struktur baja dan perencanaan penulangan pada struktur beton. Beban kombinasi *service* dan terfaktor disajikan dalam tabel dibawah ini :



**Tabel 6.13. Kombinasi Beban**

Load Combination of Service Condition (ASD)								
Comb 1	1,0DL							
Comb 2	1,0DL	1,0LL						
Comb 3	1,0DL	1,0LL	1,0Gx	1,0Gy	1,0Ax	1,0Ay		
Comb 4	1,0DL	1,0LL	1,0Gx	1,0Gy	1,0Ax	1,0Ay	1,0 B1	
Comb 5	1,0DL	1,0LL	1,0Gx	1,0Gy	1,0Ax	1,0Ay	1,0 B2	
Comb 6	1,0DL	1,0LL	1,0Gx	1,0Gy	1,0Ax	1,0Ay	1,0 M1	
Comb 7	1,0DL	1,0LL	1,0Gx	1,0Gy	1,0Ax	1,0Ay	1,0 Ex	
Comb 8	1,0DL	1,0LL	1,0Gx	1,0Gy	1,0Ax	1,0Ay	1,0 Ey	

Load Combination of Ultimate Condition (LRFD)								
Comb 9	1,4DL							
Comb 10	1,2DL	1,6LL						
Comb 11	1,2DL	1,0LL	1,2Gx	1,2Gy	1,2Ax	1,2Ay		
Comb 12	1,2DL	1,0LL	1,2Gx	1,2Gy	1,2Ax	1,2Ay	1,6 B1	
Comb 13	1,2DL	1,0LL	1,2Gx	1,2Gy	1,2Ax	1,2Ay	1,6 B2	
Comb 14	1,2DL	1,0LL	1,2Gx	1,2Gy	1,2Ax	1,2Ay	1,6 M1	

Dimana :

DL : *Dead Load*

LL : *Live Load*

G : *Wave Load*

A : *Current Load*

B : *Berthing Load*

M : *Mooring Load*

E : *Seismic Load*

***“Halaman ini sengaja dikosongkan.”***

## **BAB VII**

### **ANALISA STRUKTUR**

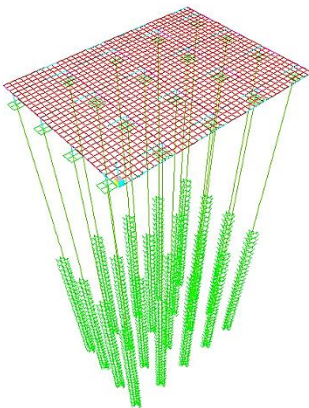
Analisa Struktur yang dilakukan pada tugas akhir ini meliputi analisa pelat lantai, balok, Pile Cap dan tiang baik pada struktur dermaga, catwalk, mooring dolphin, breasting dolphin, trestle.

#### **7.1 MODEL STRUKTUR**

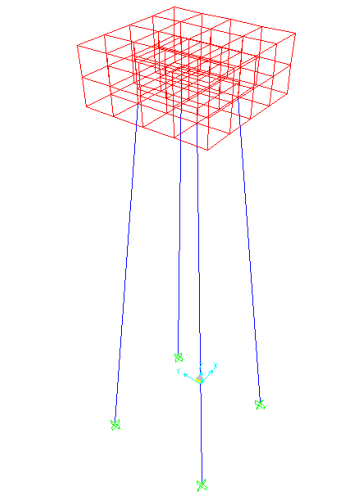
Struktur dermaga, catwalk, mooring dolphin, breasting dolphin, trestle dianalisa menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja.

Beban yang bekerja pada konstruksi dermaga, trestle, catwalk, mooring dolphin dan breasting dolphin meliputi beban berat sendiri struktur, beban fender dan bollard, UDL, *Marine Loading Arm*, tumbukan kapal, tarikan kapal, gelombang, arus dan gempa.

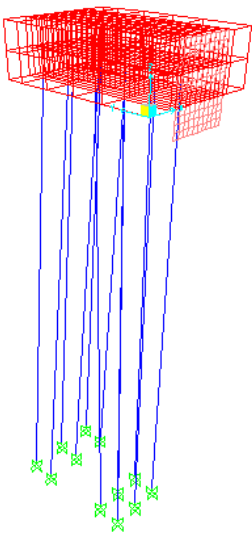
Berikut ini disajikan model struktur yang dianalisa menggunakan program SAP2000.



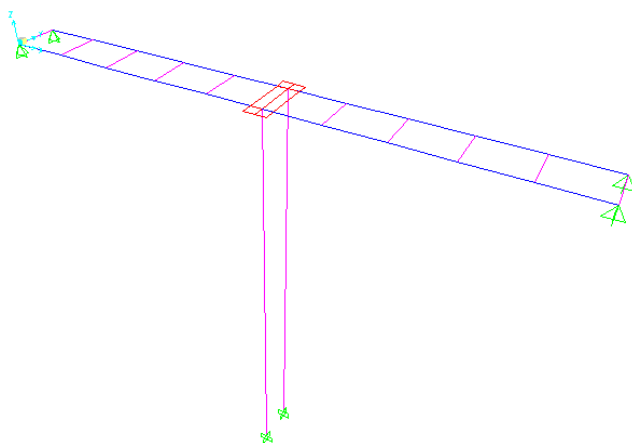
**Gambar 7.1. Model Unloading Platform**



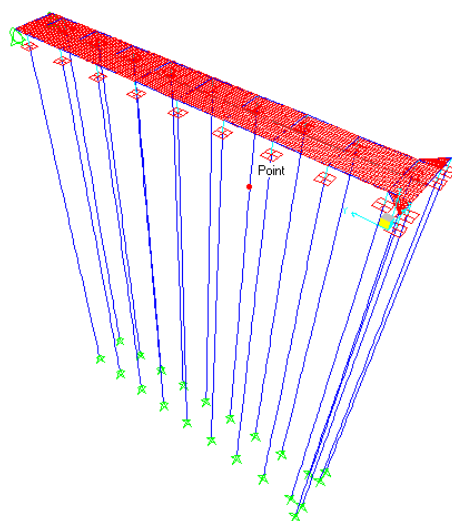
**Gambar 7.2. Model *Mooring Dolphin***



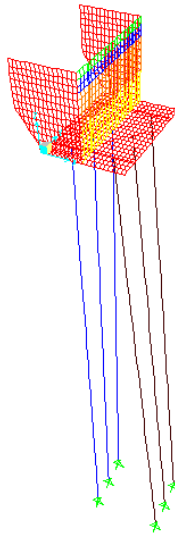
**Gambar 7.3. Model *Breasting Dolphin***



**Gambar 7.4. Model *Catwalk***



**Gambar 7.5. Model *Trestle***

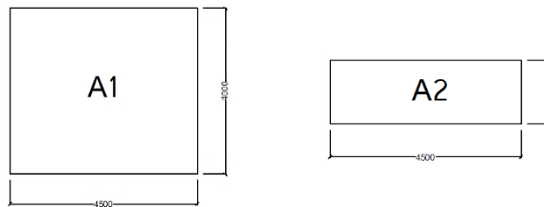


**Gambar 7.6, Model Abutment**

## **7.2 PERENCANAAN PELAT**

### **7.2.1 Penulangan Pelat *Unloading Platform***

Penulangan pelat dermaga dihitung dengan mengambil momen terbesar dari kombinasi beban yang dianalisa oleh program SAP2000. Pada *Unloading Platform* terdapat 2 tipe pelat yang masing-masing memiliki luasan berikut :



**Gambar 7.7. Tipe Plat pada Platform**

**Tabel 7.1. Momen Ultimit Pelat A1 *Unloading Platform***

<b>Momen Pelat Rencana (N.mm)</b>			
<b>Mlx</b>	<b>Mly</b>	<b>Mtx</b>	<b>Mty</b>
58467600	64255500	412692500	31097700

(Sumber : *Output* Perhitungan SAP2000)

Diambil contoh hasil output pada pelat A1 pada *Unloading Platform* :

Data-data perencanaan :

h = 300 mm (tebal pelat)

p = 50 mm (tebal selimut beton)

D = 16 mm (diameter tulangan)

$\phi$  = 0,8

$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}} = \frac{390}{0,85 \cdot 35} = 13,1$

Mutu beton = 35 Mpa

Mutu Baja = 390 Mpa

dx = 242 mm

dy = 226 mm

### **Tulangan Tumpuan Arah X**

Mu = 41692500 Nmm

$R_n = Mu / (\phi \cdot b \cdot d^2)$   
 $= 4,17 \times 10^7 / (1000 \times 242^2)$   
 $= 0,8898 \text{ Mpa}$

$\rho_{min} = 1,4 / f_y$

$$= 1,4 / 345$$

$$= 0,004$$

$$\begin{aligned}\rho b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+400} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600+345} \\ &= 0,0438\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{maks} &= 0,75 \times \rho b \\ &= 0,75 \times 0,0438 \\ &= 0,0328\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}}\right) \\ &= \frac{1}{11,59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,59 \times 0,8898}{345}}\right) \\ &= 0,002612\end{aligned}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks},$$

maka digunakan  **$\rho_{min} = 0,004$**

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 242 \\ &= 982,02 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned}S &= (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s \\ &= (1/4 \times 3,14 \times 16^2 \times 1000) / 982,02 \\ &= 204,741 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **16 – 200 mm**

Tulangan terpasang :

$$A_{st} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000 / s)$$



$$= 3,14/4 \cdot 16^2 \cdot (1000/200)$$

$$= 1005 \text{ mm}^2$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$T = A_{st} \cdot f_y$$

$$= 1005 \cdot 345$$

$$= 346832 \text{ N}$$

$$a = T / (0,85 \cdot f_c' \cdot b)$$

$$= 346832 / (0,85 \cdot 35 \cdot 1000)$$

$$= 11,6582 \text{ mm}$$

$$\Phi \cdot M_n = \phi \cdot T \cdot (d - a/2)$$

$$= 0,8 \cdot 346832 \cdot (242 - 11,6582/2)$$

$$= 6,6 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$\Phi \cdot M_n > M_u$$

$$6,6 \times 10^7 \text{ Nmm} > 4,17 \times 10^7 \text{ Nmm (OK)}$$

### **Tulangan Tumpuan Arah Y**

$$M_u = 31097700 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2)$$

$$= 3,109 \times 10^7 / (0,8 \times 1000 \times 226^2)$$

$$= 0,7611 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{min} = 1,4 / f_y$$

$$= 1,4 / 345$$

$$= 0,004$$

$$\rho_b = 0,85 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,85 \cdot \frac{35}{345} \cdot \frac{600}{600 + 345}$$

$$= 0,0438$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,0438$$

$$= 0,0328$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{11,59} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,59 \times 0,7611}{345}} \right) \\ &= 0,002236\end{aligned}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks},$$

$$\text{maka digunakan } \rho_{min} = \mathbf{0,004}$$

$$\begin{aligned}As &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 226 \\ &= 917,10145 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned}S &= (1/4 \times \pi \times dt^2 \times b) / As \\ &= (1/4 \times 3,14 \times 16^2 \times 1000) / 917,10145 \\ &= 219,236 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **16 – 200 mm**

Tulangan terpasang :

$$\begin{aligned}Ast &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s) \\ &= 3,14/4 \cdot 16^2 \cdot (1000/200) \\ &= 1005 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$\begin{aligned}T &= Ast \cdot fy \\ &= 1005 \cdot 345 \\ &= 346832 \text{ N} \\ a &= T / (0,85 \times fc' \times b) \\ &= 346832 / (0,85 \times 35 \times 1000) \\ &= 11,6582 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi \cdot M_n &= \phi \times T \times (d-a/2) \\
 &= 0,8 \times 346832 \times (226-11,6582/2) \\
 &= 6,11 \times 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \Phi \cdot M_n &> M_u \\
 6,11 \times 10^7 \text{ Nmm} &> 3,11 \times 10^7 \text{ Nmm (OK)}
 \end{aligned}$$

### **Tulangan Lapangan Arah X**

$$M_u = 58467600 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\
 &= 5,84 \times 10^7 / (1000 \times 242^2) \\
 &= 1,247 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\
 &= 1,4 / 345 \\
 &= 0,004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+400} \\
 &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600+345} \\
 &= 0,0438
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0438 \\
 &= 0,0328
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}}\right) \\
 &= \frac{1}{11,59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,59 \times 1,247}{345}}\right) \\
 &= 0,003695
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

maka digunakan  **$\rho_{\min} = 0,004$**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 242 \\ &= 982,02 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned} S &= (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s \\ &= (1/4 \times 3,14 \times 16^2 \times 1000) / 982,02 \\ &= 204,741 \text{ mm} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **16 – 150 mm**

Tulangan terpasang :

$$\begin{aligned} A_{st} &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s) \\ &= 3,14/4 \cdot 16^2 \cdot (1000/150) \\ &= 1340 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$\begin{aligned} T &= A_{st} \cdot f_y \\ &= 1340 \cdot 345 \\ &= 462442 \text{ N} \\ a &= T / (0,85 \times f_c' \times b) \\ &= 462442 / (0,85 \times 35 \times 1000) \\ &= 15,5443 \text{ mm} \\ \Phi \cdot M_n &= \phi \times T \times (d-a/2) \\ &= 0,8 \times 462442 \times (242-15,5443/2) \\ &= 8,66 \times 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} \Phi \cdot M_n &> M_u \\ 8,66 \times 10^7 \text{ Nmm} &> 5,84 \times 10^7 \text{ Nmm (OK)} \end{aligned}$$

### **Tulangan Lapangan Arah Y**

$$M_u = 64255500 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\
 &= 6,425 \times 10^7 / (1000 \times 226^2) \\
 &= 1,5725 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\
 &= 1,4 / 345 \\
 &= 0,004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+400} \\
 &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600+345} \\
 &= 0,0438
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0438 \\
 &= 0,0328
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{11,59} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,59 \times 1,5725}{345}} \right) \\
 &= 0,0046854
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

maka digunakan  $\rho = \mathbf{0,0046854}$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0046854 \times 1000 \times 226 \\
 &= 1058,89 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$S = (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s$$

$$= (1/4 \times 3,14 \times 16^2 \times 1000) / 1058,89$$

$$= 189,89 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan diameter **16 – 150 mm**

Tulangan terpasang :

$$A_{st} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s)$$

$$= 3,14/4 \cdot 16^2 \cdot (1000/150)$$

$$= 1340 \text{ mm}^2$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$T = A_{st} \cdot f_y$$

$$= 1340 \cdot 345$$

$$= 462442 \text{ N}$$

$$a = T / (0,85 \times f_c' \times b)$$

$$= 462442 / (0,85 \times 35 \times 1000)$$

$$= 15,5443 \text{ mm}$$

$$\Phi \cdot M_n = \phi \times T \times (d-a/2)$$

$$= 0,8 \times 462442 \times (226-15,5443 / 2)$$

$$= 8,66 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$\Phi \cdot M_n > M_u$$

$$8,66 \times 10^7 \text{ Nmm} > 6,425 \times 10^7 \text{ Nmm (OK)}$$

Untuk pelat A2, A3 dan A4 pada *Unloading Platform* dan *Trestle* ditampilkan pada rekapitulasi tabel berikut ini :

**Tabel 7.2. Rekapitulasi Penulangan Pelat A2 Platform**

Tipe		Mu	As perlu	Tul. pakai	As pakai	Kontrol Kemampuan Nominal
		N.mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
<b>A2</b>	<b>Mtx</b>	3,13x10 <sup>7</sup>	982,08	<b>D16 – 200</b>	1005	OK
	<b>Mlx</b>	5,93x10 <sup>7</sup>	982,08	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mty</b>	2,53x10 <sup>7</sup>	917,10	<b>D16 – 200</b>	1005	OK
	<b>Mly</b>	7,05x10 <sup>7</sup>	1165,64	<b>D16 – 150</b>	1340	OK

**Tabel 7.3. Rekapitulasi Penulangan A3 Trestle**

Tipe		Mu	As perlu	Tul. pakai	As pakai	Kontrol Kemampuan Nominal
		N.mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
<b>A3</b>	<b>Mtx</b>	$6,37 \times 10^7$	1236,51	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>MIx</b>	$5,76 \times 10^7$	1125,05	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mty</b>	$6,20 \times 10^7$	1335,51	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mly</b>	$5,33 \times 10^7$	1141,37	<b>D16 – 150</b>	1340	OK

**Tabel 7.4. Rekapitulasi Penulangan A4 Trestle**

Tipe		Mu	As perlu	Tul. pakai	As pakai	Kontrol Kemampuan Nominal
		N.mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
<b>A4</b>	<b>Mtx</b>	$6,37 \times 10^7$	1236,51	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>MIx</b>	$5,76 \times 10^7$	1125,05	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mty</b>	$6,20 \times 10^7$	1335,51	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mly</b>	$5,33 \times 10^7$	1141,37	<b>D16 – 150</b>	1340	OK

### 7.3 PERENCANAAN BALOK

Berikut ini akan diuraikan cara perhitungan penulangan balok (contoh Balok Memanjang Platform 700/1000), baik tulangan lentur, torsi maupun geser . Untuk perhitungan tulangan balok lainnya disajikan dalam lampiran.

Berikut adalah data-data perencanaan yang akan digunakan dalam perencanaan struktur Balok Memanjang Platform :

- Lebar (b) : 700 mm
- Tinggi (h) : 1000 mm
- Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 Mpa

- Mutu Baja (fy) : 345 Mpa  
(fu) : 410 Mpa
- Diameter Tulangan
  - Lentur : D19
  - Geser : D13
  - Web : D19
- Selimut Beton : 50 mm
- L balok : 5 m
- $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} \right)$   
 $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$
- Gaya Dalam

Berikut adalah *output* gaya-gaya dalam yang bekerja pada balok memanjang Platform 700/1000 mm

Momen Lapangan (N.mm)		Momen Tumpuan (N.mm)	
Positif	Negatif	Positif	Negatif
500392891	-103562881	359243307	-282995110

Vu (N)		Tu (N.mm)	
Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
320984,19	-222754,84	85895354,49	73782906,34

### 7.3.1 Penulangan Lentur

#### Tulangan Lentur Lapangan Tarik

- $M_u = 500392891 \text{ N.mm}$
- $m = \frac{fy}{0,85.f_c'} = \frac{345}{0,85.35} = 11,59$
- $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} \right)$



- $$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$   
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \cdot \beta_1}{345} \left( \frac{600}{600 + 345} \right) = 0,0438$
  - $\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,0438) = 0,03285$
  - $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{345 MPa} = 0,004058$
  - $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{sengkang} = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - 1/2 \cdot 19\text{mm} - 19\text{mm} - 13 \text{ mm} = 908,5 \text{ mm}$
  - $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{500392891 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 700\text{mm} \cdot (908,5\text{mm})} = 1,082$
  - $\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$   
 $\rho = \frac{1}{11,59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,59 \cdot 1,082}{345 MPa}} \right) = 0,003197$
  - Cek Nilai  $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$   
 $0,004058 > 0,00319 < 0,0328$ , maka dipakai  $\rho_{min} = 0,004058$
  - $A_s = \rho \cdot b \cdot d$   
 $A_s = 0,004058 \cdot 700 \text{ mm} \cdot 908,5 \text{ mm}$   
 $A_s = 2580,667 \text{ mm}^2$
- Dipakai tulangan **10 D19**, As pakai  $2835,287 \text{ mm}^2 > A_s$  perlu . . . . . (OK)

### **Tulangan Lentur Lapangan Tekan**

- $M_u = -103562881 \text{ N.mm}$
- $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{345}{0,85 \cdot 35} = 11,59$

- $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (f'c - 28)}{7} \right)$   
 $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$   
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \cdot \beta_1}{345} \left( \frac{600}{600 + 345} \right) = 0,0438$
- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,0438) = 0,03285$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{345 \text{ MPa}} = 0,004058$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{sengkang} = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - 1/2 \cdot 19\text{mm} - 19\text{mm} - 13 \text{ mm} = 908,5 \text{ mm}$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{103562881 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 700\text{mm} \cdot (908,5\text{mm})} = 0,313685$
- $\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$   
 $\rho = \frac{1}{11,59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,59 \cdot 0,3136}{345 \text{ MPa}}} \right) = 0,000914$
- Cek Nilai  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$   
 $0,00405 > 0,000914 < 0,0328$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,004058$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$   
 $A_s = 0,004058 \cdot 700 \text{ mm} \cdot 908,5 \text{ mm}$   
 $A_s = 2580,667 \text{ mm}^2$   
 Dipakai tulangan **10 D19**,  $A_s$  pakai  $2835,287 \text{ mm}^2 > A_s$  perlu . . . . . (OK)

### Tulangan Lentur Tumpuan Tarik

- $M_u = 359243307 \text{ N.mm}$

- $m = \frac{f_y}{0,85.f_{c'}} = \frac{345}{0,85.35} = 11,59$
- $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05(f_{c'} - 28)}{7} \right)$   
 $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05(35MPa - 28Mpa)}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85.f_{c'}. \beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$   
 $\rho_b = \frac{0,85.35. \beta_1}{345} \left( \frac{600}{600 + 345} \right) = 0,0438$
- $\rho_{max} = 0,75. \rho_b = 0,75 . (0,0438) = 0,03285$
- $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{345 MPa} = 0,004058$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang} = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - 1/2 \cdot 19\text{mm} - 19\text{mm} - 13 \text{ mm} = 908,5 \text{ mm}$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi.b.d^2} = \frac{359243307 Nmm}{0,8.700mm.(908,5mm)} = 1,088$
- $\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{f_y}} \right)$   
 $\rho = \frac{1}{11,59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,59.1,088}{345Mpa}} \right) = 0,003214$
- Cek Nilai  $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$   
 $0,004058 > 0,00321 < 0,0328$ , maka dipakai  $\rho_{min} = 0,004058$
- $A_s = \rho . b . d$   
 $A_s = 0,004058 . 700 \text{ mm} . 908,5 \text{ mm}$   
 $A_s = 2580,667 \text{ mm}^2$   
 Dipakai tulangan **10 D19**, As pakai  $2835,287 \text{ mm}^2 > A_s$  perlu . . . . . (OK)

### Tulangan Lentur Tumpuan Tekan

- $M_u = -282995110 \text{ N.mm}$
- $m = \frac{fy}{0,85.f_{c'}} = \frac{345}{0,85.35} = 11,59$
- $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (f'c' - 28)}{7} \right)$   
 $\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,05 (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85.f'c' . \beta_1}{fy} \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$   
 $\rho_b = \frac{0,85.35.\beta_1}{345} \left( \frac{600}{600 + 345} \right) = 0,0438$
- $\rho_{\max} = 0,75 . \rho_b = 0,75 . (0,0438) = 0,03285$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{345 \text{ MPa}} = 0,004058$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang} = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - 1/2 \cdot 19\text{mm} - 19\text{mm} - 13 \text{ mm} = 908,5 \text{ mm}$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi . b . d^2} = \frac{282995110 \text{ Nmm}}{0,8 . 700\text{mm} . (908,5\text{mm})} = 0,857$
- $\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{fy}} \right)$   
 $\rho = \frac{1}{11,59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,59.0,857}{345 \text{ MPa}}} \right) = 0,002521$
- Cek Nilai  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$   
 $0,004058 > 0,002521 < 0,0328$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,004058$
- $A_s = \rho . b . d$   
 $A_s = 0,004058 . 700 \text{ mm} . 908,5 \text{ mm}$   
 $A_s = 2580,667 \text{ mm}^2$   
 Dipakai tulangan **10 D19**,  $A_s$  pakai  $2835,287 \text{ mm}^2 > A_s$  perlu . . . (**OK**)

### 7.3.2 Penulangan Geser

Berikut adalah rincian perhitungan tulangan geser balok 700/1000 mm.

#### Penulangan Geser Tumpuan

Untuk perhitungan penulangan geser, nilai  $V_u$  Tumpuan diambil dari SAP2000 dan berikut adalah gaya geser yang bekerja pada Balok Memanjang Platform 700/1000 mm.

- $V_u = 320984,19 \text{ N}$
- $d = h - \text{decking} - \frac{1}{2} D - D - \text{senggang}$

$$d = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - \frac{1}{2} 19\text{mm} - 19\text{mm} - 13\text{mm} = 908,5 \text{ mm}$$

Sesuai SNI 2847-2013 pasal 11.2.1.1  $V_c$  untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur saja dapat dihitung sebagai berikut dengan  $\lambda = 1$  untuk beton nominal normal berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 8.6.1.

- $V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_w \cdot d$   
 $V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 700 \cdot 908,5 = 639596,3 \text{ Mpa}$
- $\phi V_c = (0,75) \cdot 639596,3 \text{ Mpa} = 479697,2 \text{ Mpa}$
- $0,5 \phi V_c = 0,5 \cdot 479697,2 \text{ Mpa} = 239848,6 \text{ Mpa}$
- $\phi(V_c + V_{s_{min}}) =$   
 $75 \left( 639596,3 \text{ Mpa} + \frac{700\text{mm} \cdot 908,5\text{mm}}{3} \right)$   
 $\phi(V_c + V_{s_{min}}) = 593259,7 \text{ Mpa}$
- $\phi(V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f'c'} \cdot b_w \cdot d) = 0,75(639596,3 + \frac{1}{3} \sqrt{35} \cdot 700 \cdot 908,5)$   
 $= 1151542 \text{ Mpa}$
- $V_u = 320984,18 \text{ Mpa}$ , maka masuk kondisi II, memerlukan tulangan geser minimum  
 Digunakan tulangan geser dengan jarak **200 mm**

- $Av = \frac{bw.s}{3.fy} = \frac{700mm \cdot 200mm}{3 \cdot 345Mpa} = 135,265 \text{ mm}$
- Maka dipakai tulangan geser **2 kaki D13-200mm**
- $Av_{USED} = 265,464 \text{ mm}^2 > Av_{PERLU} = 135,265 \text{ mm}^2 \dots (\text{OK})$
- $Vs = \frac{Av.fy.s}{d} = \frac{265mm^2 \cdot 345Mpa \cdot 200mm}{908,5 \text{ mm}} = 20161,87 \text{ Mpa}$
- $CEK \phi(Vs + Vc) = 0,75(20161,87Mpa + 639596,3Mpa)$   
 $\phi(Vs + Vc) = 494818,6 \text{ Mpa} > Vu = 320984,19 \text{ Mpa} \dots (\text{OK})$

### Penulangan Geser Lapangan

Untuk perhitungan penulangan geser, nilai  $Vu$  Lapangan diambil dari SAP2000 dan berikut adalah gaya geser yang bekerja pada Balok Memanjang *Platform* 700/1000 mm.

- $Vu = 222754,84 \text{ N}$
- $d = h - \text{decking} - \frac{1}{2} D - D - \text{senggang}$

$$d = 1000mm - 50mm - \frac{1}{2} 19mm - 19mm - 13mm = 908,5 \text{ mm}$$

Sesuai SNI 2847-2013 pasal 11.2.1.1  $Vc$  untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur saja dapat dihitung sebagai berikut dengan  $\lambda = 1$  untuk beton nominal normal berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 8.6.1.

- $Vc = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$   
 $Vc = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 700 \cdot 908,5 = 639596,3 \text{ Mpa}$
- $\phi Vc = (0,75) \cdot 639596,3 \text{ Mpa} = 479697,2 \text{ Mpa}$
- $0,5 \phi Vc = 0,5 \cdot 479697,2 \text{ Mpa} = 239848,6 \text{ Mpa}$
- $\phi(Vc + Vs_{min}) =$   
 $,75 \left( 639596,3Mpa + \frac{700mm \cdot 908,5mm}{3} \right)$   
 $\phi(Vc + Vs_{min}) = 593259,7 \text{ Mpa}$

- $\phi(Vc + \frac{1}{3}\sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d = 0,75(639596, +1/3\sqrt{35.700.908,5})$   
 $= 1151542 \text{ Mpa}$
- $V_u = 320984,18 \text{ Mpa}$ , maka masuk kondisi I, memerlukan tulangan geser minimum  
 Digunakan tulangan geser dengan jarak **200 mm**
- $A_v = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{700mm \cdot 200mm}{3 \cdot 345Mpa} = 135,265 \text{ mm}$
- Maka dipakai tulangan geser **2 kaki D13-200mm**
- $A_{v_{USED}} = 265,464 \text{ mm}^2 > A_{v_{PERLU}} = 135,265 \text{ mm}^2 \dots \text{(OK)}$
- $V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot s}{d} = \frac{265mm^2 \cdot 345Mpa \cdot 200mm}{908,5 \text{ mm}} = 20161,87 \text{ Mpa}$
- CEK  $\phi(V_s + V_c) = 0,75(20161,87Mpa + 639596,3Mpa)$   
 $\phi(V_s + V_c) = 494818,6 \text{ Mpa} > V_u = 222754,6 \text{ Mpa} \dots \text{(OK)}$

### 7.3.3 Penulangan Torsi

Berikut adalah rincian perhitungan tulangan torsi balok 700/1000 mm. Perhitungan ini juga menentukan tulangan longitudinal dan transversal yang akan digunakan.

#### Penulangan Torsi Tumpuan

Geser dan torsi yang terjadi pada balok memanjang *platform* 700/1000 mm pada tumpuan adalah sebagai berikut :

- $V_u = 320984,19 \text{ N}$
- $T_u = 85895354,5 \text{ N.mm}$

Periksa kebutuhan tulangan torsi berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.5.

- $A_{CP} = b \cdot h = 700mm \cdot 1000mm = 700000 \text{ mm}^2$
- $P_{CP} = 2(b+h) = 2(700mm + 1000mm) = 3400 \text{ mm}$

Cek kebutuhan tulangan torsi jika

$$T_u > 0,083 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot \left( \frac{A^2_{cp}}{P_{cp}} \right)$$

$$T_u > 0,083 \cdot \sqrt{35} \cdot \left( \frac{(700000\text{mm}^2)^2}{3400\text{mm}^2} \right)$$

85895354,5 N.mm > 53075066 N.mm, maka memerlukan tulangan torsi.

Periksa kapasitas penampang untuk menahan torsi berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.5

- Lebar terkekang :  $b_h = b - 2 \text{ cover} - D_{sengkang}$   
 $b_h = 700\text{mm} - 2 \cdot 50\text{mm} - 13\text{mm} = 587 \text{ mm}$
- Tinggi terkekang :  $h_h = h - \text{cover} - D_{sengkang}$   
 $h_h = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - 13\text{mm} = 937 \text{ mm}$
- $A_{OH} = b_h \cdot h_h = 587\text{mm} \cdot 937\text{mm} = 550019 \text{ mm}^2$
- $P_{OH} = 2 (b_h + h_h) = 2 (587\text{mm} + 937\text{mm}) = 3048\text{mm}$
- $$\sqrt{\left( \frac{V_u}{b \cdot h} \right)^2 + \left( \frac{T_u \cdot P_h}{1,7 \cdot A_{OH}^2} \right)^2}$$

$$= \sqrt{\left( \frac{320984,19\text{N}}{700\text{mm} \cdot 937\text{mm}} \right)^2 + \left( \frac{85895354 \text{ Nmm} \cdot 3048\text{mm}}{1,7 \cdot 550019\text{mm}^2} \right)^2}$$

$$= 0,6488$$
- $V_c = \frac{\sqrt{f'c'}}{6} \cdot b \cdot d = \frac{\sqrt{35}}{6} \cdot 700\text{mm} \cdot 937\text{mm} = 646726 \text{ Mpa}$
- $$\phi \left( \frac{V_c}{b \cdot h} + \frac{2 \sqrt{f'c'}}{3} \right) = 0,75 \left( \frac{646726\text{Mpa}}{700\text{mm} \cdot 937\text{mm}} + \frac{2 \sqrt{35}}{3} \right) = 3,446$$
- $$\text{CEK } \sqrt{\left( \frac{V_u}{b \cdot h} \right)^2 + \left( \frac{T_u \cdot P_h}{1,7 \cdot A_{OH}^2} \right)^2} < \phi \left( \frac{V_c}{b \cdot h} + \frac{2 \sqrt{f'c'}}{3} \right)$$

$$= 0,6488 < 3,446 \text{ ..... (OK)}$$

Maka penampang balok cukup untuk menahan torsi yang terjadi



Perhitungan kebutuhan tulangan transversal :

- $A_O = 0,85 \cdot A_{OH+} = 0,85 \cdot 550019 \text{ mm}^2 = 467516,2 \text{ mm}^2$
- $A_t/s = \frac{T_u}{2 \cdot A_O \cdot f_y \cdot \cot \theta} = \frac{85895354,5 \text{ N.mm}}{2 \cdot 467516 \text{ mm}^2 \cdot 345 \cdot \cot 45} = 1,08 \text{ mm}^2/\text{mm}$
- $A_v/s = 1,327 \text{ mm}^2/\text{mm}$
- $A_{VT} / s = 1,082 \text{ mm}^2/\text{mm} + 1,327 \text{ mm}^2/\text{mm} = 2,41 \text{ mm}^2/\text{mm}$
- Tulangan pakai adalah **3 kaki D13-200mm**
- $A_{VT} / s_{PAKAI} = 3,073 \text{ mm}^2/\text{mm} > 2,410 \text{ mm}^2/\text{mm} \dots \text{ (OK)}$

Perhitungan kebutuhan tulangan longitudinal :

- $A_\lambda/s = A_t / s \cdot P_{OH} \cdot \cot(45) = 1,08 \text{ mm}^2/\text{mm} \cdot 3048 \text{ mm} \cdot \cot(45)$   
 $A_\lambda/s = 2164,251 \text{ mm}^2$
- $A_\lambda/s / 4 = 2164,251 \text{ mm}^2 / 4 = 541,0268 \text{ mm}^2$
- Maka untuk tambahan tulangan longitudinal dipakai **2D19**
- $A_\lambda/s / 4_{PAKAI} = 567,05 \text{ mm}^2 > A_\lambda/s / 4 = 541,02 \text{ mm}^2 \dots \text{ (OK)}$

Perhitungan kebutuhan tulangan web / badan :

- $A_{\lambda \text{ WEB}} = A_\lambda/s - 2(A_\lambda/s / 4_{PAKAI}) = 2164 \text{ mm}^2 - 2(567,05 \text{ mm}^2)$   
 $A_{\lambda \text{ WEB}} = 1082,126 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan web **4D19 mm**
- $A_{\lambda \text{ WEB}}_{PAKAI} = 1134,115 \text{ mm}^2 > A_{\lambda \text{ WEB}} = 1082,126 \text{ mm}^2 \dots \text{ (OK)}$

### **Penulangan Torsi Lapangan**

Geser dan torsi yang terjadi pada balok memanjang *platform* 700/1000 mm pada lapangan adalah sebagai berikut :

- $V_u = 222754,84 \text{ N}$
- $T_u = 73782906,3 \text{ N.mm}$

Periksa kebutuhan tulangan torsi berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.5.

- $A_{CP} = b \cdot h = 700\text{mm} \cdot 1000\text{mm} = 700000 \text{ mm}^2$
- $P_{CP} = 2(b+h) = 2(700\text{mm} + 1000\text{mm}) = 3400 \text{ mm}$

Cek kebutuhan tulangan torsi jika

$$T_u > 0,083 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

$$T_u > 0,083 \cdot \sqrt{35} \cdot \left( \frac{(700000\text{mm}^2)^2}{3400\text{mm}^2} \right)$$

$73782906,3 \text{ N.mm} > 53075066 \text{ N.mm}$ , maka memerlukan tulangan torsi.

Periksa kapasitas prnampang untuk menahan torsi berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.5

- Lebar terkekang :  $b_h = b - 2 \text{ cover} - D_{sengkang}$   
 $b_h = 700\text{mm} - 2 \cdot 50\text{mm} - 13\text{mm} = 587 \text{ mm}$
- Tinggi terkekang :  $h_h = h - \text{cover} - D_{sengkang}$   
 $h_h = 1000\text{mm} - 50\text{mm} - 13\text{mm} = 937 \text{ mm}$
- $A_{OH} = b_h \cdot h_h = 587\text{mm} \cdot 937\text{mm} = 550019 \text{ mm}^2$
- $P_{OH} = 2(b_h + h_h) = 2(587\text{mm} + 937\text{mm}) = 3048\text{mm}$
- $\sqrt{\left( \frac{V_u}{b \cdot h} \right)^2 \left( \frac{T_u \cdot P_h}{1,7 \cdot A_{oh}^2} \right)^2}$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\left(\frac{222754,84N}{700mm \cdot 937mm}\right)^2 \left(\frac{73782906,3 Nmm \cdot 3048mm}{1,7 \cdot 550019mm^2}\right)^2} \\
&= 0,5575 \\
- \quad V_c &= \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot b \cdot d = \frac{\sqrt{35}}{6} \cdot 700mm \cdot 937mm = 646726 \text{ Mpa} \\
- \quad \phi \left( \frac{V_c}{b \cdot h} + \frac{2\sqrt{f_c'}}{3} \right) &= 0,75 \left( \frac{646726Mpa}{700mm \cdot 937mm} + \frac{2\sqrt{35}}{3} \right) = 3,446 \\
- \quad CEK \sqrt{\left(\frac{Vu}{b \cdot h}\right)^2 \left(\frac{Tu \cdot Ph}{1,7 \cdot A_o h^2}\right)^2} &< \phi \left( \frac{V_c}{b \cdot h} + \frac{2\sqrt{f_c'}}{3} \right) \\
&= 0,5575 < 3,446 \text{ ..... (OK)}
\end{aligned}$$

Maka penampang balok cukup untuk menahan torsi yang terjadi

Perhitungan kebutuhan tulangan transversal :

$$\begin{aligned}
- \quad A_o &= 0,85 \cdot A_{OH+} = 0,85 \cdot 550019mm^2 = 467516,2 \text{ mm}^2 \\
- \quad At/s &= \frac{Tu}{2 \cdot A_o \cdot f_y \cdot \cot\theta} = \frac{73782906,3N \cdot mm}{2 \cdot 467516mm^2 \cdot 345 \cdot \cot 45} = \\
&0,93mm^2/mm \\
- \quad A_v/s &= 1,327 \text{ mm}^2/mm \\
- \quad A_{VT} / s &= 0,931mm^2/mm + 1,327mm^2/mm = 2,25mm^2/mm \\
- \quad Tulangan \text{ pakai} &\text{ adalah } \mathbf{3 \text{ kaki D13-200mm}} \\
- \quad A_{VT} / s_{PAKAI} &= 2,921mm^2/mm > 2,257mm^2/mm \text{ .... (OK)}
\end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan tulangan longitudinal :

$$\begin{aligned}
- \quad A_{\lambda}/s &= A_t / s \cdot P_{OH} \cdot \cot(45) = 0,93mm^2/mm \cdot 3048mm \cdot \cot(45) \\
A_{\lambda}/s &= 1869,061 \text{ mm}^2 \\
- \quad A_{\lambda}/s / 4 &= 1869,061mm^2 / 4 = 464,765 \text{ mm}^2 \\
- \quad \text{Maka untuk tambahan tulangan longitudinal dipakai} &\mathbf{2D19}
\end{aligned}$$

$$- A_{\lambda}/s / 4_{PAKAI} = 567,05 \text{ mm}^2 > A_{\lambda}/s / 4 = 464,7 \text{ mm}^2 \text{..(OK)}$$

Perhitungan kebutuhan tulangan web / badan :

$$- A_{\lambda \text{ WEB}} = A_{\lambda}/s - 2(A_{\lambda}/s / 4_{PAKAI}) = 1869 \text{ mm}^2 - 2(567,05 \text{ mm}^2) \\ A_{\lambda \text{ WEB}} = 929,53 \text{ mm}^2$$

- Maka dipakai tulangan web **4D19 mm**

$$- A_{\lambda \text{ WEB PAKAI}} = 1134,115 \text{ mm}^2 > A_{\lambda \text{ WEB}} = 929,53 \text{ mm}^2 \text{... (OK)}$$

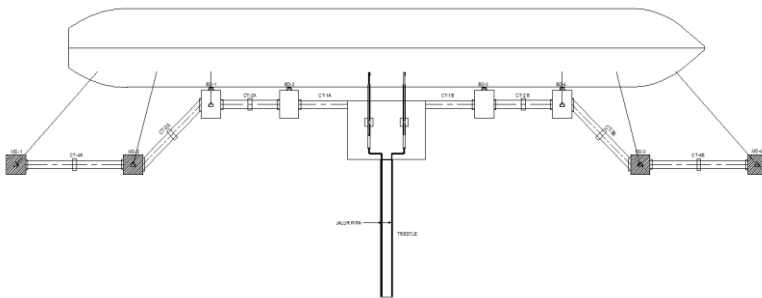
**Tabel 7.5. Rekapitulasi Penulangan Balok Trestle dan Platform**

<b>Tipe Balok</b>	<b>Dimensi (cm)</b>		<b>Tul. Tumpuan</b>			<b>Tul. Lapangan</b>			<b>Web</b>
	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>Tarik</b>	<b>Tekan</b>	<b>Geser</b>	<b>Tarik</b>	<b>Tekan</b>	<b>Geser</b>	
B. Mem Trestle	45	70	6D19	6D19	D13-200	4D19	6D19	D13-250	2x1D19
B. Mel Trestle	45	70	6D19	6D19	D13-200	5D19	7D19	D13-200	2x1D19
B. Mem Platform	70	100	7D19	7D19	D13-200	6D19	6D19	D13-250	2x1D19
B. Mel Platform	50	80	12D19	12D19	D13-200	12D19	12D19	D13-200	2x2D19

*Sumber : Hasil Perhitungan*

## 7.4 PERENCANAAN MOORING DOLPHIN

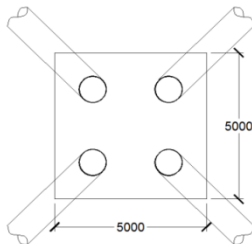
Pada sub-bab ini akan diuraikan penulangan *Mooring Dolphin* berdasarkan tiang pancang yang digunakan. Dimodelkan dengan menggunakan Tipe Solid Struktur pada Permodelan SAP2000 dengan tebal 2,00 m dengan dimensi arah bx dan by adalah 5 m. Tiang Pancang yang digunakan adalah diameter 914,4mm dengan tebal 19mm berjumlah 4 buah.



**Gambar 7. 8. Posisi Mooring Dolphin Terhadap Kapal**

### 7.4.1 Penulangan Mooring Dolphin

Penulangan pada *Mooring Dolphin* bertujuan untuk menjaga stabilitas struktur dolphin akibat beban-beban yang bekerja pada struktur *Mooring Dolphin* yang diakibatkan oleh gaya tambat (*mooring force*).



**Gambar 7. 9. Tampak Atas Mooring Dolphin**

Dimensi :

$$\begin{aligned}
 b_x, b_y &= 5000 \\
 p &= 75 \text{ mm} \\
 d' &= 2000 \text{ mm} \\
 D. \text{ Tul.} &= 29 \text{ mm} \\
 dx &= 2000 - 75 - (29/2) \\
 &= 1910,5 \text{ mm} \\
 dy &= 2000 - 75 - 29 - (29/2) \\
 &= 1881,5 \text{ mm} \\
 m &= f_y / (0.85 f_c') \\
 &= 390 / (0.85 \times 35) \\
 &= 13,109 \\
 \Phi &= 0,8 \text{ (faktor reduksi)} \\
 D \text{ tiang} &= 711,2 \text{ mm tebal } 19 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mutu beton :

$$\begin{aligned}
 f_c' &= 35 \text{ MPa} \\
 \beta &= 0,81 \\
 E_b &= 4700 \sqrt{35} = 27806 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Mutu Baja :

$$\begin{aligned}
 f_y &= 390 \text{ MPa} \\
 E_s &= 2 \times 10^5 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

### **Kontrol Geser Ponds**

$$P.2 \leq (a + b + (2h)) \times h \times 1/6 \times \sqrt{35} \times 0.8$$

$$\begin{aligned}
 248,26 \text{ ton} \times 2 &\leq (711,2\text{mm} + 711,2\text{mm} + (2 \times 2000\text{mm})) \times \\
 2000\text{mm} \times 1/6 \times \sqrt{35} &\times 0,8
 \end{aligned}$$

$$4,97 \times 10^6 \text{ N} < 8,55 \times 10^6 \text{ N (OK)}$$

*Pile Cap* Kuat menahan gaya geser.

**Penulangan Arah X**

Reaksi Tiang 1 = 126,99 Ton

Reaksi Tiang 2 = 29,01 Ton

Reaksi Tiang 3 = 248,29 Ton

Perhitungan Tulangan :

$$\begin{aligned} Mu &= (R1 \times 1,25m) + (R2 \times 1,25m) + (R3 \times 1,25m) \times 2m \\ &= (126,99 \text{ Ton} \times 1,25m) + (29,01 \text{ Ton} \times 1,25m) + \\ &\quad (248,29 \text{ Ton} \times 1,25m) \times 2m \\ &= 1010,65 \text{ Ton.m} = 1,01 \times 10^{10} \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= Mu / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\ &= 1,01 \times 10^{10} / (0,8 \times 5000 \times 1910,5^2) \\ &= 0,692 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,00359 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600 + 390} \\ &= 0,0369 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0369 \\ &= 0,027739 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}})$$



$$= \frac{1}{13,109} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 13,109 x 0,692}{390}})$$

$$= 0,00179$$

$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ ,

maka digunakan  **$\rho_{min} = 0,00359$**

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00359 \times 5000 \times 1910,5$$

$$= 34291,025 \text{ mm}^2$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$S = (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s$$

$$= (1/4 \times 3,14 \times 29^2 \times 5000) / 34291,025$$

$$= 96,31 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan diameter **29 – 95 mm**

Tulangan terpasang :

$$A_{st} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (5000/s)$$

$$= 3,14/4 \cdot 29^2 \cdot (5000/95)$$

$$= 34764,202 \text{ mm}^2$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$T = A_{st} \cdot f_y$$

$$= 34764,202 \cdot 390$$

$$= 1,36 \times 10^7 \text{ N}$$

$$a = T / (0,85 \times f_c' \times b)$$

$$= 1,36 \times 10^7 / (0,85 \times 35 \times 5000)$$

$$= 91,14 \text{ mm}$$

$$\Phi \cdot M_n = \phi \times T \times (d-a/2)$$

$$= 0,8 \times 1,36 \times 10^7 \times (1910,5 - 91,01 / 2)$$

$$= 2,02 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$\Phi \cdot M_n > M_u$$

$$2,02 \times 10^{10} \text{ Nmm} > 1,01 \times 10^{10} \text{ Nmm (OK)}$$

**Penulangan Arah Y**

Reaksi Tiang 1 = 29,01 Ton

Reaksi Tiang 2 = 156,44 Ton

Reaksi Tiang 3 = 248,26 Ton

Perhitungan Tulangan :

$$\begin{aligned} Mu &= (R1 \times 1,25m) + (R2 \times 1,25m) + (R3 \times 1,25m) \times 2m \\ &= (29,01 \text{ Ton} \times 1,25m) + (156,44 \text{ Ton} \times 1,25m) \\ &\quad + (248,26 \text{ Ton} \times 1,25m) \times 2m \\ &= 1084,275 \text{ Ton.m} = 1,084 \times 10^{10} \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= Mu / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\ &= 1,084 \times 10^{10} / (0,8 \times 5000 \times 1881,5^2) \\ &= 0,7657 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,00359 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600 + 390} \\ &= 0,0369 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0369 \\ &= 0,027739 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{13,109} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 13,109 x 0,7657}{390}})$$

$$= 0,00198$$

$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ ,

maka digunakan  **$\rho_{min} = 0,00359$**

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00359 \times 5000 \times 1881,5$$

$$= 33770,51 \text{ mm}^2$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$S = (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s$$

$$= (1/4 \times 3,14 \times 29^2 \times 5000) / 33770,51$$

$$= 97,79 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan diameter **29 – 95 mm**

Tulangan terpasang :

$$A_{st} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (5000/s)$$

$$= 3,14/4 \cdot 29^2 \cdot (5000/95)$$

$$= 34764,202 \text{ mm}^2$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$T = A_{st} \cdot f_y$$

$$= 34764,202 \cdot 390$$

$$= 1,36 \times 10^7 \text{ N}$$

$$a = T / (0,85 \times f_c' \times b)$$

$$= 1,36 \times 10^7 / (0,85 \times 35 \times 5000)$$

$$= 96,21 \text{ mm}$$

$$\Phi \cdot M_n = \phi \times T \times (d-a/2)$$

$$= 0,8 \times 1,36 \times 10^7 \times (1910,5 - 96,21 / 2)$$

$$= 2,02 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

Syarat :

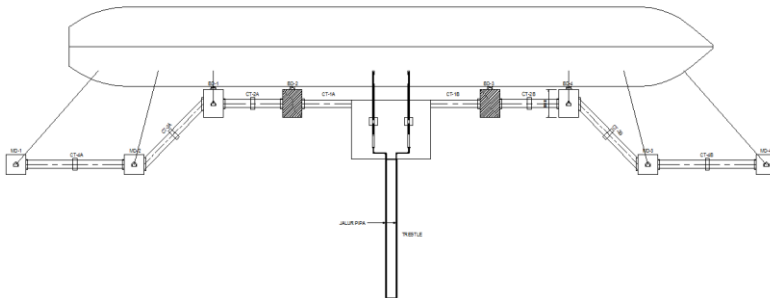
$$\Phi \cdot M_n > M_u$$

$$2,02 \times 10^{10} \text{ Nmm} > 1,084 \times 10^{10} \text{ Nmm (OK)}$$

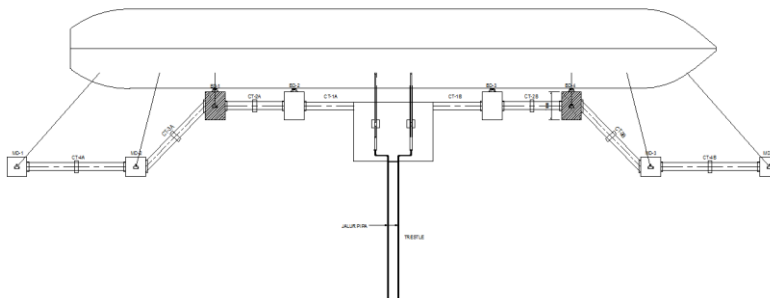
## 7.5 PERENCANAAN BREASTING DOLPHIN

Pada sub-bab ini akan diuraikan penulangan *Breasting Dolphin* berdasarkan tiang pancang yang digunakan. Dimodelkan dengan menggunakan Tipe Solid Struktur pada Permodelan SAP2000 dengan tebal 2,00 m dengan dimensi arah bx adalah 5m dan by adalah 7 m. Tiang Pancang yang digunakan adalah diameter 711,2mm dengan tebal 19mm dan 12mm.

Dalam perencanaan terdapat 2 (dua) jenis Struktur *Breasting Dolphin* yaitu yang menahan gaya tumbuk kapal saja (BD2 dan BD3) dan yang menahan gaya tumbuk dan juga tarik kapal sekaligus (BD1 dan BD4).

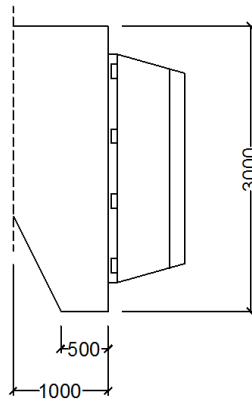


**Gambar 7. 10. Posisi BD2 dan BD 3 Terhadap Kapal**



**Gambar 7. 11. Posisi BD1 dan BD 4 Terhadap Kapal**

### 7.5.1 Perencanaan Plank Fender



**Gambar 7. 12. Plank Fender**

Data Perencanaan :

bw	= 3000 mm
h	= 1000 mm
d'	= 75 mm
Dia. Tul.	= 29 mm
d	= $1000 - 75 - 29/2 = 881,5$ mm
fc'	= 35 Mpa
fy	= 390 Mpa

Dimensi Fender :

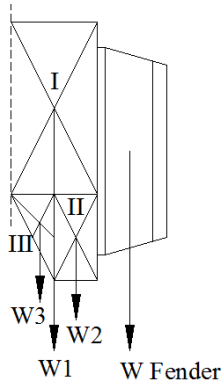
H (deflection 50%)	= 2500 mm
B (deflection 50%)	= 800 mm

Reaksi Fender :

E	= 36,2 tm
R	= 115,8 ton

### Penulangan Geser Plank

Penulangan Geser pada plank fender dicari dengan menggunakan  $V_u$  yang didapat dari Jumlah Total berat sendiri plank fender ditambahkan berat fender. Lebih jelasnya dijelaskan pada gambar dibawah ini :



**Gambar 7. 13. Titik Berat Plank Fender**

$$\begin{aligned}
 W1 &= (1 \text{ m} \times 2 \text{ m}) \times 2,5 \text{ m} &= 5 \text{ m}^3 \\
 W2 &= (0,5 \times 1 \text{ m}) \times 2,5 \text{ m} &= 1,25 \text{ m}^3 \\
 W3 &= (1/2 \times 0,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times 2,5 \text{ m} &= 0,625 \text{ m}^3 \\
 &&= 6,875 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Plank Fender} &= 6,875 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 16500 \text{ kg} = 16,5 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\text{Berat Sendiri Fender SM800 H} = 1901 \text{ kg} = 1,901 \text{ Ton}$$

$$\text{Berat Total} = 16,5 \text{ Ton} + 1,901 \text{ Ton} = 18,401 \text{ Ton}$$

$$\text{Jadi } V_u = 18,401 \text{ Ton} \times 9810 = 180513,81 \text{ N}$$

Selanjutnya dihitung menggunakan cara perhitungan tulangan geser pada balok.

- $V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b \cdot d$   
 $V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 2500 \cdot 862,5 = 2168613 \text{ Mpa}$
- $\phi V_c = (0,75) \cdot 2168613 \text{ Mpa} = 1626460 \text{ Mpa}$
- $0,5 \phi V_c = 0,5 \cdot 1626460 \text{ Mpa} = 813229,9 \text{ Mpa}$
- $\phi(V_c + V_{s_{min}}) = 0,75 \left( 2168613 \text{ Mpa} + \frac{2500 \cdot 862,5 \text{ mm}}{3} \right)$   
 $\phi(V_c + V_{s_{min}}) = 1734272 \text{ Mpa}$
- $\phi(V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f'c'} \cdot b \cdot d) = 0,75(2168613 + \frac{1}{3} \sqrt{35} \cdot 2500 \cdot 862,5) = 2264287 \text{ Mpa}$
- $V_u = 180513,81 \text{ Mpa}$ , maka masuk kondisi I, memerlukan tulangan geser minimum  
 Digunakan tulangan geser dengan jarak **200 mm**
- $A_v = \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{2500 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm}}{3 \cdot 390 \text{ Mpa}} = 483,0918 \text{ mm}$
- Maka dipakai tulangan geser **D22-200mm**
- $A_{v_{USED}} = 760,26 \text{ mm}^2 > A_{v_{PERLU}} = 483,091 \text{ mm}^2 \dots \text{(OK)}$
- $V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot s}{d} = \frac{483 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa} \cdot 200 \text{ mm}}{862,5 \text{ mm}} = 60821,23 \text{ Mpa}$
- CEK  $\phi(V_s + V_c) = 0,75(60821,23 \text{ Mpa} + 2168613 \text{ Mpa})$   
 $\phi(V_s + V_c) = 1672076 \text{ Mpa} > V_u = 180513,8 \text{ Mpa} \dots \text{(OK)}$

### **Penulangan Lentur Plank**

Penulangan Lentur pada Plank Fender menggunakan reaksi momen yang terjadi pada plank fender pada saat terjadi tumbukan kapal pada fender.

$$\begin{aligned}
 M_{\text{TERJADI}} &= R_{\text{FENDER}} \times \frac{1}{2} \text{ Tinggi Plank Fender} \\
 &= 115,8 \text{ Ton} \times \frac{1}{2} 3 \text{ m} \\
 &= 173.7 \text{ Ton.m}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung menggunakan cara perhitungan tulangan lentur pada balok.

$$Mu = 173,7 \text{ Ton.m} = 1,73 \times 10^9 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} Rn &= Mu / (\varphi \cdot b \cdot d^2) \\ &= 1,73 \times 10^9 / (0,8 \times 1000 \times 910,5^2) \\ &= 2,569 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_{min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,00359 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600 + 390} \\ &= 0,0369 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0369 \\ &= 0,027739 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,109} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 2,569}{390}} \right) \\ &= 0,0069 \end{aligned}$$

$$p_{min} < \rho < p_{maks},$$

maka digunakan  $\rho = \mathbf{0,0069}$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0069 \times 1000 \times 910,5 \end{aligned}$$



$$= 6282,51 \text{ mm}^2$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned} S &= (1/4 \times \pi \times dt^2 \times b) / A_s \\ &= (1/4 \times 3,14 \times 29^2 \times 1000) / 6282,51 \\ &= 105,13 \text{ mm} \end{aligned}$$

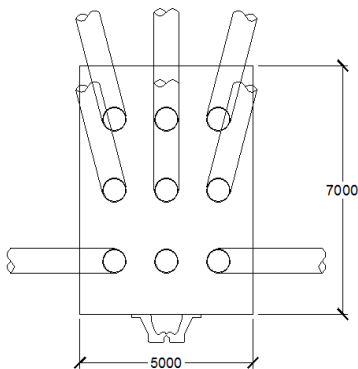
Digunakan tulangan diameter **29 – 100 mm**

Tulangan terpasang :

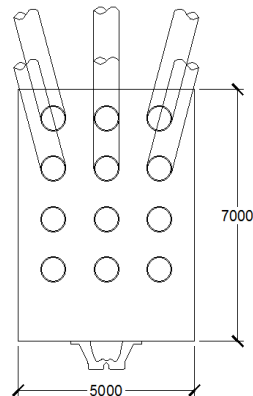
$$\begin{aligned} A_{st} &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s) \\ &= 3,14/4 \cdot 29^2 \cdot (1000/100) \\ &= 6605 \text{ mm}^2 \dots \text{(OK)} \end{aligned}$$

### 7.5.2 Penulangan Breasting Dolphin

Penulangan pada *Breasting Dolphin* bertujuan untuk menjaga stabilitas struktur dolphin akibat beban-beban yang bekerja pada struktur *Breasting Dolphin* yang diakibatkan oleh gaya tambat (*mooring force*) dan gaya tumbuk (*berthing force*).



**Gambar 7. 15. BD2 & BD3**  
(Menahan Berthing saja)



**Gambar 7. 14. BD1 & BD4**  
(Menahan Mooring dan Berthing)

Dalam perhitungan penulangan *Breasting Dolphin* ini dihitung penulangan *Breasting Dolphin* yang menahan beban *mooring* dan *berthing* sekaligus.

Dimensi :

$$\begin{aligned}
 b_x &= 5000 \text{ mm} \\
 b_y &= 7000 \text{ mm} \\
 p &= 75 \text{ mm} \\
 d' &= 2000 \text{ mm} \\
 D. \text{ Tul.} &= 29 \text{ mm} \\
 d_x &= 2000 - 75 - (29/2) \\
 &= 1910,5 \text{ mm} \\
 d_y &= 2000 - 75 - 29 - (29/2) \\
 &= 1881,5 \text{ mm} \\
 m &= f_y / (0.85 f_c') \\
 &= 390 / (0.85 \times 35) \\
 &= 13,109 \\
 \Phi &= 0,8 \text{ (faktor reduksi)} \\
 D \text{ tiang} &= 1016 \text{ mm tebal } 19 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mutu beton :

$$\begin{aligned}
 f_c' &= 35 \text{ Mpa} \\
 \beta &= 0,81 \\
 E_b &= 4700 \sqrt{35} = 27806 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Mutu Baja :

$$\begin{aligned}
 f_y &= 390 \text{ MPa} \\
 E_s &= 2 \times 10^5 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

### **Kontrol Geser Ponds**

$$P.2 \leq (a + b + (2h)) \times h \times 1/6 \times \sqrt{35} \times 0.8$$

$$\begin{aligned}
 288,49 \text{ ton} \times 2 &\leq (1016\text{mm} + 1016\text{mm} + (2 \times 2000\text{mm})) \times \\
 2000\text{mm} \times 1/6 \times \sqrt{35} &\times 0,8
 \end{aligned}$$

$$5,76 \times 10^6 \text{ N} < 9,52 \times 10^6 \text{ N (OK)}$$

*Pile Cap* Kuat menahan gaya geser.

### **Penulangan Arah X**

$$\text{Reaksi Tiang 1} = 288,49 \text{ Ton}$$

$$\text{Reaksi Tiang 2} = 288,35 \text{ Ton}$$

$$\text{Reaksi Tiang 3} = 288,41 \text{ Ton}$$

Perhitungan Tulangan :

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= (R1 \times 1,5\text{ m}) + (R2 \times 1,5\text{ m}) + (R3 \times 1,5\text{ m}) \times 2\text{ m} \\ &= (288,49\text{T} \times 1,5\text{ m}) + (288,35\text{ T} \times 1,5\text{ m}) + \\ &\quad (288,41\text{T} \times 1,5\text{m}) \times 2\text{m} \\ &= 2595,75 \text{ Ton.m} = 2,59 \times 10^{10} \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rn} &= \text{Mu} / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\ &= 2,59 \times 10^{10} / (0,8 \times 5000 \times 1910,5^2) \\ &= 1,778 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,00359 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600 + 390} \\ &= 0,0369 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0369 \\ &= 0,027739 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}}) \\
 &= \frac{1}{13,109} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 1,778}{390}}) \\
 &= 0,0047
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

maka digunakan  $\rho = 0,0047$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0047 \times 5000 \times 1910,5 \\
 &= 44932,6328 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned}
 S &= (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s \\
 &= (1/4 \times 3,14 \times 29^2 \times 5000) / 44932,63 \text{ mm}^2 \\
 &= 73,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **29 – 70 mm**

Tulangan terpasang :

$$\begin{aligned}
 A_{st} &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (5000/s) \\
 &= 3,14/4 \cdot 29^2 \cdot (5000/70) \\
 &= 47179,98 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$\begin{aligned}
 T &= A_{st} \cdot f_y \\
 &= 47179,98 \cdot 390 \\
 &= 1,84 \times 10^7 \text{ N} \\
 a &= T / (0,85 \times f_c' \times b) \\
 &= 1,84 \times 10^7 / (0,85 \times 35 \times 5000) \\
 &= 123,69 \text{ mm} \\
 \Phi \cdot M_n &= \phi \times T \times (d - a/2) \\
 &= 0,8 \times 1,84 \times 10^7 \times (1910,5 - 123,69/2) \\
 &= 3,73 \times 10^{10} \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\Phi \cdot M_n > M_u$$

$$3,73 \times 10^{10} \text{ Nmm} > 2,59 \times 10^{10} \text{ Nmm (OK)}$$

### **Penulangan Arah Y**

$$\text{Reaksi Tiang 1} = 288,49 \text{ Ton}$$

$$\text{Reaksi Tiang 2} = 224,2 \text{ Ton}$$

$$\text{Reaksi Tiang 3} = 128,38 \text{ Ton}$$

$$\text{Reaksi Tiang 4} = 50,23 \text{ Ton}$$

Perhitungan Tulangan :

$$M_u = (R_1 \times 2\text{m}) + (R_2 \times 2\text{m}) + (R_3 \times 2\text{m}) + (R_4 \times 2\text{m}) \times 2\text{m}$$

$$= (288,49 \text{ Ton} \times 2\text{m}) + (224,2 \text{ Ton} \times 2\text{m}) + (128,38 \text{ Ton} \times 2\text{m}) + (50,23 \text{ Ton} \times 2\text{m}) \times 2\text{m}$$

$$= 2765,2 \text{ Ton.m} = 2,77 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2)$$

$$= 2,77 \times 10^{10} / (0,8 \times 5000 \times 1881,5^2)$$

$$= 1,39 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y$$

$$= 1,4 / 390$$

$$= 0,00359$$

$$\rho_b = 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600 + 390}$$

$$= 0,0369$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,0369$$

$$= 0,027739$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}}) \\ &= \frac{1}{13,109} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 13,109 x 1,39}{390}}) \\ &= 0,00366\end{aligned}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks},$$

maka digunakan  **$\rho_{min} = 0,00359$**

$$\begin{aligned}As &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00359 \times 7000 \times 1881,5 \\ &= 47278,72 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned}S &= (1/4 \times \pi \times dt^2 \times b) / As \\ &= (1/4 \times 3,14 \times 29^2 \times 7000) / 47278,72 \\ &= 97,79 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **29 – 95 mm**

Tulangan terpasang :

$$\begin{aligned}Ast &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (5000/s) \\ &= 3,14/4 \cdot 29^2 \cdot (7000/95) \\ &= 48669,88 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Cek Kemampuan Nominal :

$$\begin{aligned}T &= Ast \cdot fy \\ &= 48669,88 \cdot 390 \\ &= 1,91 \times 10^7 \text{ N} \\ a &= T / (0,85 \times fc' \times b) \\ &= 1,91 \times 10^7 / (0,85 \times 35 \times 7000) \\ &= 91,1 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi \cdot Mn &= \phi \times T \times (d-a/2) \\ &= 0,8 \times 1,91 \times 10^7 \times (1910,5 - 91,1/2)\end{aligned}$$

$$= 2,79 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$\Phi \cdot M_n > M_u$$

$$2,79 \times 10^{10} \text{ Nmm} > 2,77 \times 10^{10} \text{ Nmm} \text{ (*OK*)}$$

**Tabel 7. 6. Rekapitulasi Penulangan Dolphin**

<b>STRUKTUR</b>	<b>MOORING DOLPHIN</b>		<b>BREASTING DOLPHIN 1 DAN 4</b>		<b>BREASTING DOLPHIN 2 DAN 3</b>	
	<b>Arah x</b>	<b>Arah y</b>	<b>Arah x</b>	<b>Arah y</b>	<b>Arah x</b>	<b>Arah y</b>
<b>Mu (N.mm)</b>	$1,01 \times 10^7$	$1,08 \times 10^7$	$2,59 \times 10^{10}$	$2,77 \times 10^{10}$	$2,395 \times 10^{10}$	$1,68 \times 10^{10}$
<b>dx (mm)</b>	1910,5	1881,5	1910,5	1881,5	1910,5	1881,5
<b>Rn</b>	0,692	0,765	1,778	1,3948	1,64	0,85
<b>As perlu (mm)</b>	34291,01	33770,51	44932,632	47278,72	41364,38	47278,72
<b>Jarak (mm)</b>	95	95	70	95	75	95
<b>Tul Pakai</b>	29 – 95	29 – 95	29 – 70	29 – 95	29 – 75	29 – 95
<b>As pakai (mm)</b>	34764,2	34764,2	47179,98	48669,88	440034,65	48669,88
<b>Kontrol Geser Pons</b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK
<b>Kontrol Kemampuan Nominal</b>	OK	OK	OK	OK	OK	OK



## 7.6 PERENCANAAN CATWALK

Pada sub ini akan diuraikan perencanaan dan penulangan Cat Walk yang digunakan. Dengan data berikut :

Menggunakan Baja WF :

Memanjang 440.300.11.18

BJ-41( $f_y = 250$  MPa,  $f_u = 410$  MPa)

**Tabel 7. 7 Baja WF 440.300.11.18**

Sectional Dimension						
d mm	x mm	bf mm	tw mm	tf mm	r mm	H2 mm
440	x	300	11,0	18,0	24,0	356,0

Sectional Properties								Plastic Modulus of Section (cm3)		Compact Section Criteria	
Sec. of Area	Unit Weight	Geomitrical Moment of Inertia		Radius of Gyratation of Area (cm)		Elastic Modulus of Section					
		Ix	Iy	ix	iy	Sx	Sy	Zx	Zy	bf/2tf	h/tw
157.4	123.56	56100	8110	18.88	7.18	2550	541	2728	822	8.33	32.36

Memanjang 350 x 175 x 7 x 11

BJ-41 ( $f_y=250$  MPa,  $f_u = 410$  MPa)

**Tabel 7. 8 Baja WF 350.175.7.11**

Sectional Dimension						
d mm	x mm	bf mm	tw mm	tf mm	r mm	H2 mm
350	x	175	7,0	11,0	14,0	300,0

Sectional Properties								Plastic Modulus of Section (cm <sup>3</sup> )		Compact Section Criteria	
Sec. of Area	Unit Weight	Geomitrical Moment of Inertia		Radius of Gyratation of Area (cm)		Elastic Modulus of Section					
		I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	S <sub>x</sub>	S <sub>y</sub>				
63.14	49.56	13600	984	14.68	3.95	777	112	840.85	172.46	7.95	42.86

Memanjang 100 x 50 x 5 x 7

BJ-41 ( $f_y=250$  MPa,  $f_u = 410$  MPa)

**Tabel 7. 9 Baja WF 100.50.5.7**

Sectional Dimension						
d mm	x	bf mm	tw mm	tf mm	r mm	H2 mm
100	x	50	5,0	7,0	8,0	70,0

Sectional Properties								Plastic Modulus of Section (cm3)		Compact Section Criteria	
Sec. of Area	Unit Weight	Geomitrical Moment of Inertia		Radius of Gyratyon of Area (cm)		Elastic Modulus of Section					
		Ix	Iy	ix	iy	Sx	Sy	Zx	Zy	bf/2tf	h/tw
11.85	9.3	187	15	3.972	1.13	37	6	41.795	9.2875	3.57	14

### 7.6.1 Pembebanan

- Beban Mati / Berat Sendiri Tambahan
  - Grating = 500 kg/m
  - Railing = 50 kg/m
  - Baja WF 400.300.11.18
  - Baja WF 350.175.7.11
  - Baja WF 100.50.5.7
 (Perhitungan Otomatis SAP2000)
- Beban Hidup  
Beban Hidup Manusia 100 kg/m

### 7.6.2 Kontrol Penampang

- Badan
 
$$\begin{aligned}
 h &= d - 2 \times (tf + r) \\
 &= 440 - 2 \times (18 + 24) \\
 &= 356 \text{ mm} \\
 h &= \frac{h}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \\
 &= \frac{356}{11} \leq \frac{1680}{\sqrt{250}}
 \end{aligned}$$

$$= 32 \leq 106,25 \text{ (OK)}$$

▪ Sayap

$$\begin{aligned} h &= \frac{bf}{2 \times t_f} \leq \frac{170}{\sqrt{f_y}} \\ &= \frac{300}{36} \leq \frac{170}{\sqrt{250}} \\ &= 8,31 \leq 10.751 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### 7.6.3 Kontrol Tekuk Lateral

$$\begin{aligned} M_u &= 5.70 \times 10^7 \text{ N.mm} \\ Z_x &= 2728 \text{ m}^3 \\ M_p &= Z_x \times f_y \\ &= 2728 \text{ mm}^3 \times 250 \text{ Nmm}^2 \\ \phi \cdot M_p &= 6.82 \times 10^8 \text{ Nmm} \\ \phi \cdot M_p &> M_u (5,70 \times 10^7 \text{ N.mm}) \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### 7.6.4 Kontrol Lendutan Terjadi

$$\begin{aligned} &\text{Lendutan Ijin } (\delta \text{ ijin}) \\ L/360 &> \text{Lendutan Terjadi (SAP2000)} \\ 2500/360 &> 4,081 \text{ cm} \\ 6,944 \text{ cm} &> 4,081 \text{ cm (OK)} \end{aligned}$$

## 7.7 PERHITUNGAN KOLOM VIRTUAL

Kebutuhan penulangan kolom virtual baik *Unloading Platform* dan *Trestel* diambil dari peraturan SNI.

### ▪ Penulangan Kolom Virtual

Kebutuhan kolom virtual baik *Unloading Platform* maupun *trestle* diambil dari hasil analisa SAP2000.

Berdasarkan hasil output kebutuhan penulangan kolom virtual diketahui kebutuhan tulangan Kolom virtual adalah sebagai berikut :

### **Kolom Virtual pada Unloading Platform**

- Cek Rasio Tulangan =  $\rho = 1\% - 6\%$
- A penampang =  $500\text{mm} \times 700\text{mm} = 350000\text{mm}^2$
- Maka dipasang **12 D25**,  $A_s = 5890,48 \text{ mm}^2$
- $\rho = 5890,48 \text{ mm}^2 / 350000\text{mm}^2 = 0.016 = 1,6\% \text{ (OK)}$

### **Kolom Virtual pada Trestle**

- Cek Rasio Tulangan =  $\rho = 1\% - 6\%$
- A penampang =  $450 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} = 202500 \text{ mm}^2$
- Maka dipasang **8 D25**,  $A_s = 3296,99 \text{ mm}^2$
- $\rho = 3296,99 \text{ mm}^2 / 202500\text{mm}^2 = 0.019 = 1,9\% \text{ (OK)}$

#### ▪ **Panjang Penyaluran Kolom Virtual**

Panjang penyaluran tulangan kolom virtual dihitung sesuai dengan SNI 2847 2013 pasal 12.2.5 yaitu diambil yang terbesar dari :

- Panjang minimum adalah 200 mm
- $L_{dc} = \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \cdot d_b = \frac{0,24 \cdot 390}{\lambda \sqrt{35}} \cdot 25\text{mm} = 395,5 \text{ mm}$
- $L_{dc} = 0,043 \cdot f_y \cdot d = 0,043 \cdot 390\text{MPa} \cdot 25\text{mm} = 419,25 \text{ mm}$

Maka dipakai panjang penyaluran 419,25 mm ~ 420 mm

## **7.8 PERHITUNGAN PILE CAP**

Berikut adalah detail penulangan *pile cap* pada *Unloading Platform*, sedangkan perhitungan *pile cap* untuk struktur yang lain akan ditampilkan pada table Rekapitulasi perhitungan.

#### ▪ **Pile Cap Tipe-A (1500x1500x1000)**

Data perencanaan untuk penulangan *Pile Cap* pada *Unloading Platform*:

- Dimensi *Pile Cap* : 150cm x 150cm
- Tebal *Pile Cap* : 100 cm
- Diameter Tul. : D25
- Mutu Tulangan : BJTS Gr. 40
- Mutu Beton : 35 MPa

Momen (Mu) yang digunakan dalam perhitungan penulangan plat berasal dari analisa *SAP2000*.

$$Mu_{11} = 5259141 \text{ Nmm}$$

$$Mu_{22} = 5259141 \text{ Nmm}$$

### 7.8.1 Perhitungan Penulangan Arah x

$$m = f_y / 0,85 f_c = 390 / 0,85 \times 35 = 13,1$$

$$\begin{aligned} R_n &= Mu / (\phi \cdot b \cdot d x^2) \\ &= 5,25 \times 10^6 / (0,8 \times 1000 \times 937,5^2) \\ &= 0,0074 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,00359 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600 + 390} \\ &= 0,0369 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0369 \\ &= 0,027739 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} x \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}}\right) \\ &= \frac{1}{13,109} x \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,0074}{390}}\right) \\ &= 0,00019\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

maka digunakan  $\rho = 0,00359$

$$\begin{aligned}As &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00359 \times 1000 \times 397,5 \\ &= 3365,384 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **25 – 120 mm**

Tulangan terpasang :

$$\begin{aligned}Ast &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s) \\ &= 3,14/4 \cdot 25^2 \cdot (1000/120) \\ &= 4091 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}\end{aligned}$$

### 7.8.2 Perhitungan Penulangan Arah y

$$m = fy/0,85 fc = 390 / 0,85 \times 35 = 13,1$$

$$\begin{aligned}Rn &= Mu/ (\varphi \cdot b \cdot dx^2) \\ &= 5,25 \times 10^6 / (0,8 \times 1000 \times 937,5^2) \\ &= 0,0074 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= 1,4 / fy \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,00359\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= 0,85 \times \frac{fc}{fy} \times \frac{600}{600+fy} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{345} \times \frac{600}{600+390}\end{aligned}$$

$$= 0,0369$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,0369$$

$$= 0,027739$$

$$\rho = \frac{1}{m} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{13,109} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,109 \times 0,0074}{390}} \right)$$

$$= 0,00019$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks},$$

maka digunakan  $\rho = 0,00359$

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00359 \times 1000 \times 397,5$$

$$= 3365,384 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan diameter **25 – 120 mm**

Tulangan terpasang :

$$A_{st} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s)$$

$$= 3,14/4 \cdot 25^2 \cdot (1000/120)$$

$$= 4091 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

### 7.8.3 Perhitungan Geser Pons Pada *Pile Cap*

- Diameter Tiang Pancang : 812,8 mm
- Tebal Tiang : 12 mm
- Pu tiang :  $1,16 \times 10^6 \text{ N}$

Kontrol :

$$P.2 \leq (a + b + (2h)) \times h \times 1/6 \times \sqrt{35} \times 0.8$$

$$116,49 \text{ ton} \times 2 \leq (812,8\text{mm}+812,8\text{mm}+(2 \times 1000\text{mm})) \times 1000\text{mm} \times 1/6 \times \sqrt{35} \times 0,8$$

$$3,26 \times 10^6 \text{ N} < 5,71 \times 10^6 \text{ N (OK)}$$

*Pile Cap* Kuat menahan gaya geser.

**Tabel 7. 10. Rekapitulasi Penulangan *Pile Cap***

Tipe Pile Cap	Dimensi (mm)			Penulangan Arah x	Penulangan Arah y
	Panjang	Lebar	Tinggi		
<b>Tipe -A</b> (Unloading Platform)	1500	1500	1000	D25-120	D25-120
<b>Tipe-B</b> (Trestel)	1000	1000	1000	D25-120	D25-120
<b>Tipe-C</b> (Catwalk)	3000	1000	1000	D25-150	D25-150

## 7.9 PERHITUNGAN *SHEAR RING* DAN TULANGAN ISIAN PANCANG

Pada perhitungan penulangan *Shear Ring* dan tulangan isian pancang akan dituliskan perhitungan untuk penulangan bagian struktur pada *Mooring Dolphin*, sedangkan untuk struktur yang lainnya akan ditampilkan pada tabel Rekapitulasi.

Data perencanaan perhitungan *shear ring* dan tulangan isian pancang pada *Mooring Dolphin* adalah sebagai berikut :

- Dimensi *Mooring Dolphin* :



$$B = 5000 \text{ mm}, h = 2000 \text{ mm}$$

- Cover = 75 mm
- D. tiang = 711,2 mm (tebal tiang 19mm)
- $\phi$  = 0,7
- Mutu Beton = 35 MPa
- Mutu Tulangan = 390 MPa
- D. Tulangan Poer = 25 mm
- D. Tulangan Sengkang = 13 mm
- $\Sigma e$  = 460 MPa
- Tebal las rencana = 10 mm
- $P_{\text{KERJA}}$  (cabut) = 1564400 N (Output SAP2000)

### 7.9.1 Kontrol Kekuatan Beton Dalam Tiang

$$P_{\text{BETON DALAM TIANG}} \geq P_{\text{Kerja}}$$

$$= A_{\text{beton}} \cdot 0,85 \cdot \phi \cdot f_c'$$

$$= 0,25 \cdot \pi \cdot (673,2 \text{ mm})^2 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 35 \text{ MPa}$$

$$= 7,41 \times 10^6 \text{ N} > 1,56 \times 10^6 \text{ N (OK)}$$

### 7.9.2 Kontrol Retak Poer

- Keliling bidang geser pons :

$$b_o = \pi \cdot (d_{\text{tiang}} + d_{\text{efektif}})$$

$$= \pi \cdot (711,2 \text{ mm} + 1910,5 \text{ mm})$$

$$= 8236 \text{ mm}$$

- Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek bidang geser :

$$B = 5000 \text{ mm} / 5000 \text{ mm} = 1.0$$

- Mencari  $V_c$  minimum

$$V_c = 0,17 \cdot (1 + 2/\beta) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot D$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,17 \cdot (1+2/1) \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 8236 \text{ mm} \cdot 1910,5 \text{ mm} \\
 &= 4,74 \times 10^7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,083 \cdot ((a \cdot d/b) + 2) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_o \cdot D \\
 &= 0,083 \cdot ((40 \cdot 1910,5 \text{ mm} / 8236 \text{ mm}) + 2) \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 8236 \text{ mm} \cdot 1910,5 \text{ mm} \\
 &= 8,71 \times 10^7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= 1/3 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_o \cdot d \\
 &= 1/3 \cdot \sqrt{35} \cdot 8236 \text{ mm} \cdot 1910,5 \text{ mm} \\
 &= 3,11 \times 10^7
 \end{aligned}$$

Maka diambil  $V_c$  terkecil =  $3,11 \times 10^7 \text{ N}$

Syarat,

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Kerja}} &\leq \phi \cdot V_c \\
 1,564 \times 10^6 \text{ N} &\leq 0,6 \cdot 3,11 \times 10^7 \text{ N} \\
 1,564 \times 10^6 \text{ N} &\leq 1,86 \times 10^7 \text{ N (OK)}
 \end{aligned}$$

### 7.9.3 Kontrol Kekuatan Las

Direncanakan menggunakan las E60XX dengan tegangan izin 460 MPa, ketebaan las rencana adalah 10mm. Maka kekuatan las dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kekuatan Las} &= \text{Keliling las} \cdot \text{tebal las} \cdot \sigma_e \\
 &= (\pi \cdot 1910,5 \text{ mm}) \cdot 10 \text{ mm} \cdot 460 \text{ MPa} \\
 &= 2,54 \times 10^7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat,

$$\begin{aligned}
 \text{Kekuatan Las} &> P_{\text{Kerja}} \\
 2,54 \times 10^7 \text{ N} &> 1,564 \times 10^6 \text{ N (OK)}
 \end{aligned}$$

#### 7.9.4 Tulangan dari Tiang ke Struktur Atas

Perhitungan tulangan dari tiang ke struktur atas diambil yang terbesar antara cara berikut :

$$\begin{aligned} A_{s\text{perlu}} \cdot f_{y\text{tulangan}} &= P / (\phi \cdot f_y) \\ A_{s\text{perlu}} &= 1,564 \times 10^7 \text{ N} / (0,7.390\text{MPa}) \\ &= 5730 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

1% luas penampang beton :

$$\begin{aligned} 0,01 \times L. \text{ beton dalam tiang} &= 0,01 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (673,2\text{mm})^2 \\ &= 3559,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka diambil  $A_s$  perlu terbesar yaitu **5730 mm<sup>2</sup>**

Jadi dipasang **12 D25**,  $A_s$  pakai = 5743,2 mm<sup>2</sup>

#### 7.9.5 Jarak Shear Ring

$$\begin{aligned} S \cdot \sqrt{f_c'} \cdot 1/6 \cdot \pi \cdot Dd &< 0,85 \cdot f_c' \cdot \pi \cdot Dd^2 \\ S &= \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot D_{sr} \cdot \pi \cdot Dd}{\sqrt{f_c'} \cdot 6} \\ &= \frac{0,85 \cdot 35\text{MPa} \cdot \pi \cdot 25 \text{ mm}}{\sqrt{35} \cdot 6} \\ &= 754,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak maksimum untuk *shear ring* adalah 200 mm, maka dipasang tulangan spiral **Ø 13 – 200 mm**

#### 7.9.6 Panjang Penyaluran

##### Panjang Penyaluran Tekan

Nilai yang diperhitungkan untuk panjang penyaluran tekan yaitu dihitung sesuai dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} S &= db \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f_c'} \cdot 4} \\ &= 25\text{mm} \cdot \frac{390\text{MPa}}{\sqrt{35\text{MPa}} \cdot 4} \end{aligned}$$

$$= 412 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$S = 0,04 \cdot d_b \cdot f_y$$

$$= 0,04 \cdot 25 \text{ mm} \cdot 390 \text{ MPa}$$

$$= 390 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran dasar tulangan harus dikalikan dengan factor yang berlaku untuk luas tulangan terpasang lebih besar dari tulangan yang diperlukan.

$$\begin{aligned} \text{Faktor Modifikasi} &= A_{s\text{perlu}} / A_{s\text{terpasang}} \\ &= 3559 \text{ mm}^2 / 5730 \text{ mm}^2 \\ &= 0,620 \end{aligned}$$

Sehingga panjang penyaluran total adalah :

$$\begin{aligned} L_{dh} \text{ , Faktor Modifikasi} &= 412 \text{ mm} \cdot 0,620 \\ &= 255,34 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai panjang penyaluran terbesar yaitu 412 mm, dipasang panjang penyaluran tekan = **450 mm**

### **Panjang Penyaluran Tarik**

Panjang penyaluran dasar tulangan dalam kondisi tarik dihitung menurut SNI 2847 2013 pasal 14.2.

$$\begin{aligned} L_{dh} &= \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma}{5 \cdot \sqrt{f'c}} \\ &= \frac{3 \cdot 390 \text{ MPa} \cdot 1.1 \cdot 1}{5 \cdot \sqrt{35}} = 988,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai panjang penyaluran dasar tulangan dalam kondisi tarik adalah **1500 mm**

### **7.9.7 Base Plate**

*Base Plate* digunakan sebagai penahan beton segar saat pengisian beton isian pancang. *Base Plate* direncanakan

dengan menggunakan plat baja dengan tebal 10mm. Sedangkan untuk menahan *base plate* pada tiang pancang digunakan tulangan kait.

Berat yang harus dipikul oleh *base plate* :

$$\begin{aligned} P &= A_{\text{dalam tiang}} (t_p \cdot B_J \text{ Baja} \cdot B_J \text{ Beton} \cdot L) \\ &= 0.25 \cdot \pi \cdot (673.2 \text{ mm})^2 \cdot (0.01 \cdot 7850 \cdot 2400 \cdot 1.5) \\ &= 1362,7 \text{ kg} = 1,36 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan pengait *base plate* :

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{1362,7 \text{ kg}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 0,852 \text{ cm}^2 = 85,17 \text{ mm}^2$$

( $\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$  adalah tegangan ijin pengait A307 dengan mutu normal)

Direncanakan menggunakan 8 pengait, maka As tiap pengait adalah :

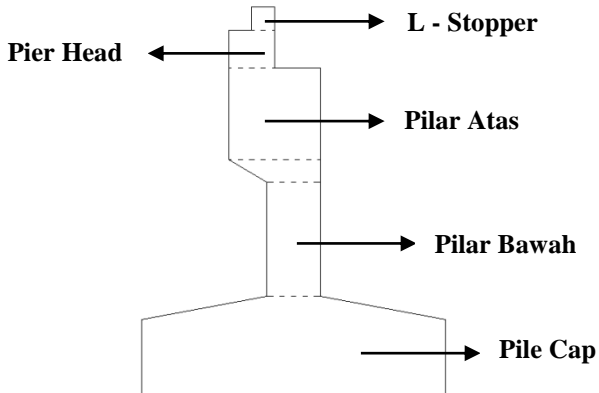
$$As = 85,17 \text{ mm}^2 / 8 = 10,6 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai pengait **8Ø10** (**As = 78,5 mm<sup>2</sup>**)

**Tabel 7. 11. Rekapitulasi Perhitungan *Shear Ring* dan Tulangan Isian Pancang**

<b>Struktur</b>	<b><i>Unloading Platform</i></b>	<b><i>Trestle</i></b>	<b><i>Breasting Dolphin 1&amp;4</i></b>	<b><i>Breasting Dolphin 2&amp;3</i></b>	<b><i>Catwalk</i></b>
<b>Lebar</b>	1500 mm	1000 mm	5000 mm	5000 mm	3000 mm
<b>Tinggi</b>	1000 mm	1000 mm	2000 mm	2000 mm	1000 mm
<b>Dia. Tiang</b>	812,8 mm	609,6 mm	1016 mm	1016 mm	508 mm
<b>Dia Tul. Poer</b>	25 mm	25 mm	29 mm	29 mm	25 mm
<b>P<sub>Kerja</sub> (cabut)</b>	0 N	0 N	1,12x10 <sup>6</sup> N	8,69x10 <sup>5</sup> N	0 N
<b>Tulangan Isian Pancang</b>	12 D25	8 D25	23 D25	16 D25	6 D25
<b><i>Shear Ring</i></b>	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm
<b>Panjang Penyaluran Tekan</b>	400 mm	400 mm	450 mm	450 mm	400 mm
<b>Panjang Penyaluran Tarik</b>	1000 mm	1000 mm	1500 mm	1500mm	1000 mm
<b><i>Base Plate</i></b>	4Ø10	4Ø10	8Ø10	8Ø10	8Ø10

## 7.10 PERHITUNGAN PENULANGAN ABUTMENT



**Gambar 7. 16. Detail Bagian- Bagian pada Abutmen**

Abutment pada trestle terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu *stopper*, *pier head*, *pier* dan *pile cap*. Pada perhitungan ini, perhitungan detail penulangan yang akan disajikan pada laporan adalah penulangan untuk bagian *pile cap*, sedangkan untuk detail penulangan bagian abutment yang lainnya akan disajikan dalam table rekapitulasi. Berikut adalah detail dimensi abutmen dan detail penulangannya.

Data perencanaan abutment :

- Dimensi *Stopper* : 300 x 300 mm
- Dimensi *Pier Head* : 500 x 600 mm
- Dimensi *Pier* : 1200 x 1500 mm
- Dimensi *Pile Cap* : 4000 x 6000 x 1300 mm
- Tebal Decking : 75 mm
- Mutu Tulangan : BJTS Gr. 40,  $f_y = 390 \text{ MPa}$
- Mutu Beton : 35 Mpa
- Tulangan Rencana : D25

Momen Ultimit ( $M_u$ ) yang digunakan dalam perhitungan penulangan abutmen berasal dari analisa menggunakan program

SAP2000. Berikut adalah momen yang terjadi pada *pile cap* Abutmen :

- $Mu_{11} = 6,93 \times 10^8 \text{ Nmm}$
- $Mu_{22} = 6,54 \times 10^8 \text{ Nmm}$

### 7.10.1 Perhitungan Penulangan Arah X

$$\begin{aligned} d &= h - d' - D \text{ Tulangan} \\ &= 1300 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 25 \text{ mm} \\ &= 1200 \text{ mm} = 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}} = \frac{390}{0,85 \cdot 35} = 13,1$$

$$Mu = 6,93 \times 10^8 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} R_n &= Mu / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\ &= 6,93 \times 10^8 / (0,8 \times 1000 \times 1200^2) \\ &= 0,602 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+400} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{390} \times \frac{600}{600+390} \\ &= 0,0375 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0375 \\ &= 0,028 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$



$$= \frac{1}{13,1} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 13,1 x 0,602}{345}})$$

$$= 0,001559$$

$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ ,

maka digunakan  **$\rho_{min} = 0,004$**

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,004 \times 1000 \times 1200$$

$$= 4307,7 \text{ mm}^2$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$S = (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s$$

$$= (1/4 \times 3,14 \times 25^2 \times 1000) / 4307,7$$

$$= 114 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan diameter **25 – 100 mm**

Tulangan terpasang :

$$A_{st} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s)$$

$$= 3,14/4 \cdot 25^2 \cdot (1000/100)$$

$$= 4909 \text{ mm}^2$$

### 7.10.2 Perhitungan Penulangan Arah Y

$$d = h - d' - D \text{ Tulangan}$$

$$= 1300 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 25 \text{ mm}$$

$$= 1200 \text{ mm} = 1,2 \text{ m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{cr}} = \frac{390}{0,85 \cdot 35} = 13,1$$

$$M_u = 6,54 \times 10^8 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2)$$

$$= 6,93 \times 10^8 / (0,8 \times 1000 \times 1200^2)$$

$$= 0,602 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 390 \\ &= 0,004\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600+400} \\ &= 0,85 \times \frac{35}{390} \times \frac{600}{600+390} \\ &= 0,0375\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0375 \\ &= 0,028\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}}\right) \\ &= \frac{1}{13,1} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,1 \times 0,602}{345}}\right) \\ &= 0,001559\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

maka digunakan  **$\rho_{\min} = 0,004$**

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,004 \times 1000 \times 1200 \\ &= 4307,7 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak terjauh maksimum untuk tulangan ialah :

$$\begin{aligned}S &= (1/4 \times \pi \times d^2 \times b) / A_s \\ &= (1/4 \times 3,14 \times 25^2 \times 1000) / 4307,7 \\ &= 114 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan tulangan diameter **25 – 100 mm**

Tulangan terpasang :

$$\begin{aligned} A_{st} &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot (1000/s) \\ &= 3,14/4 \cdot 25^2 \cdot (1000/100) \\ &= 4909 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Tabel 7. 12. Rekapitulasi Penulangan Abutmen**

<i>Section</i>	<b>Mu (N.mm)</b>		<b>As Perlu</b>	<b>Tulangan</b>			<b>As Terpasang</b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>D</b>	<b>-</b>	<b>s</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>
<i>L – Stopper</i>	$2,94 \times 10^6$	$1,86 \times 10^6$	937,4	19	-	200	1418
<i>Pier Head</i>	$1,53 \times 10^7$	$1,53 \times 10^7$	2130,4	25	-	200	2454
<b>Pilar Atas</b>	$7,53 \times 10^7$	$3,14 \times 10^7$	4565,2	25	-	100	4909
<b>Pilar Bawah</b>	$1,03 \times 10^7$	$3,15 \times 10^7$	2536,2	25	-	150	3272
<i>Pile Cap</i>	$6,93 \times 10^7$	$6,54 \times 10^7$	4307,7	25	-	100	4909
<i>Wing Wall</i>	$1,15 \times 10^7$	$2,32 \times 10^7$	840	16	-	200	1005

## 7.11 PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI

Daya dukung batas atau daya dukung ijin pondasi dianalisa agar mampu menahan gaya yang terjadi. Daya dukung yang dianalisa harus mampu menahan daya akibat beban tetap dan akibat beban sementara. Sebagai contoh perhitungan diambil contoh perhitungan tiang pancang pada *Unloading Platform*.

### 7.11.1 Daya Dukung Tanah *Unloading Platform* Ø812,8 mm

Daya Dukung Tanah				L = 33.0 m			
Eh.	Depth	Soil Type	N-SPT	Grafik SPT	fi	Li.Fi	Li.Fi
					(t/m2)	(t/m)	(t/m)
-7	0	Lanau, plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0				
-8	1	Lempung plastisitas sedang (CL), oklat keabuan, kemerahan sedang	6		3.00	3.0	3.0
-9	2	Lempung plastisitas sedang (CL), oklat keabuan, kemerahan sedang	6		3.00	3.0	6.0
-10	3	Lempung plastisitas sedang (CL), oklat keabuan, kemerahan sedang	7		3.50	3.5	9.5
-11	4	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu, lunak	8		4.00	4.0	13.5
-12	5	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu, lunak	6		3.00	3.0	16.5
-13	6	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu kecoklatan, lunak	4		2.00	2.0	18.5
-14	7	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu kecoklatan, lunak	4		2.00	2.0	20.5
-15	8	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3		1.50	1.5	22.0
-16	9	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3		1.50	1.5	23.5
-17	10	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3		1.50	1.5	25.0
-18	11	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	4		2.00	2.0	27.0
-19	12	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	12		6.00	6.0	33.0
-20	13	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	19		9.50	9.5	42.5
-21	14	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	19		9.50	9.5	52.0
-22	15	Pasir halus, putih, medium	23		11.50	11.5	63.5
-23	16	Pasir halus, putih, medium	23		11.50	11.5	75.0
-24	17	Pasir halus, putih, medium	18		9.00	9.0	84.0
-25	18	Pasir halus, putih kecoklatan, medium	19		9.50	9.5	93.5
-26	19	Pasir halus, putih kecoklatan, medium	20		10.00	10.0	103.5
-27	20	Pasir halus, putih kecoklatan, padat	30		15.00	15.0	118.5
-28	21	Pasir halus, putih kecoklatan, padat	40		20.00	20.0	138.5
-29	22	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	45		22.50	22.5	161.0
-30	23	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	50		25.00	25.0	186.0
-31	24	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	50		25.00	25.0	211.0
-32	25	Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat	51		25.50	25.5	236.5

### ▪ **Perhitungan Daya Dukung Pondasi**

Perhitungan daya dukung tanah dilakukan sesuai dengan referensi dari Buku berjudul Mekanika Tanah dan Teknis Pondasi (1990) karangan Kazuto Nakazawa dan diterjemahkan oleh Soeyono Sosrodarsono. Pada perencanaan ini direncanakan kedalaman tiang adalah - 33m dari *seabed*.

Diketahui :

Diameter luar Tiang pancang	= 0,812 m
Tebal Tiang ( $D_p'$ )	= 0,012 m
Luas Tiang	= 0,030182 m <sup>2</sup>
Keliling Tiang	= 2,552 m
Berat Tiang	= 236,81 kg/m'

### ▪ **Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang**

- Daya Dukung Maksimum Pada Dinding Tiang ( $R_f$ )

$$R_f = U_p \times \Sigma (l_i \times f_i) = 610,13 \text{ ton}$$

$$\Sigma (l_i \times f_i) = 239 \text{ ton/m}$$

- Daya Dukung pada Ujung Tiang

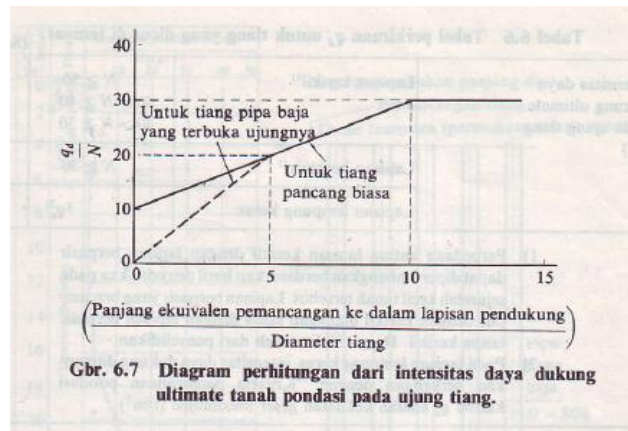
$$R_t = qD \times A$$

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \cdot \pi \cdot (D_p)^2 - 0,25 \cdot \pi \cdot (D_p - 2D_p')^2 \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot (0,812\text{m})^2 \\ &= 0,518 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

I/D dimana,

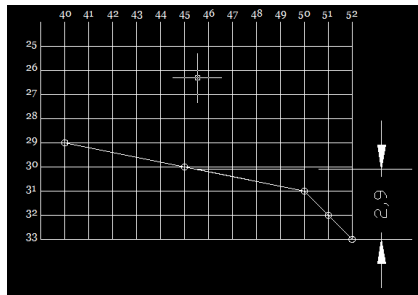
$$I = 2,9 \text{ m (panjang penetrasi tiang sampai ke lapisan pendukung)}$$

$D = 0,812 \text{ m}$  (diameter ujung tiang)



**Gambar 7. 17 Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pada pondasi ujung tiang (Sumber : Buku Mekanika Tanah Kazuto Nakazawa)**

Untuk mencari Intensitas Daya Dukung harus dibuat diagram yang berdasar pada gambar pada Buku Mekanika Tanah Kazuto Nakazawa seperti berikut :



**Gambar 7. 18 Diagram Intensitas Daya Dukung Ultimate (Penggambaran dengan Autocad)**

$$qD/N = 17 \text{ (dari diagram diatas)}$$

$$N1 = \text{Nilai N-SPT ujung tiang} = 51$$

$$N2 = \text{Nilai N-SPT rata-rata 4D} = 51$$

$$N = (N1+N2)/2$$

$$= (51+51)/2$$

$$= 51$$

$$qD = qD/N \times N = 17 \times 51 = 862 \text{ Ton/m}^2$$

$$Rt = qD \times A = 862 \text{ Ton/m}^2 \times 0,518 \text{ m}^2$$

$$= 447,43 \text{ Ton}$$

- Daya Dukung Ultimate Tiang ( $R_u$ )

$$R_u = R_f + R_t = 610,13 \text{ Ton} + 447,43 \text{ Ton} = 1057,57 \text{ Ton}$$

- Daya Dukung Ijin Tiang ( $R_a$ )

$$R_a = (R_u / SF) - W_p \text{ dimana,}$$

$$SF = 3 \text{ (untuk beban tetap)}$$

$$= 1,5 \text{ (untuk beban sementara)}$$

$$W_p = L \text{ total} \times W_t \text{ dimana,}$$

$$L \text{ tot} = 33 \text{ m}$$

$$W_t = \text{berat tiang (236,81 kg/m')}$$

$$W_p = 33\text{m} \times 236,81 \text{ kg/m'}$$

$$= 11366,8 \text{ kg/tiang} = 11,36 \text{ ton/tiang}$$

$$\text{Sehingga, } R_a = R_u/SF - W_p$$

$$R_a = 1057,57 \text{ Ton}/3 - 11,36\text{Ton}$$

$$= 341,15 \text{ Ton/Tiang (Beban Tetap)}$$

$$R_a = 1057,57 \text{ Ton}/1,5 - 11,36\text{Ton}$$



= 511,73 Ton/Tiang (Beban Sementara)

▪ **Kapasitas Daya Dukung Horizontal**

- Ketentuan :

1. Ujung atas tiang terbenam diatas permukaan tanah
2. Nilai N-SPT dibawah muka tanah dasar, diambil dari nilai N-SPT min = 2
3. Diameter tiang diperhitungkan = 81,28 cm
4. Mutu Baja ( $f_y$ ) = 310 MPa
5. Modulus Elastisitas Baja ( $E$ ) = 2100000 kg/cm<sup>2</sup>
6. Momen Inersia Tiang ( $I$ ) = 2140312,42 cm<sup>4</sup>

- Koefisien Reaksi Tanah Dasar ( $k$ )

$$k = 0,2 E_o \times D^{-0,75} \times y^{-0,5}$$

- Modulus Elastisitas Tanah

Diketahui,  $N = 2$

$$E_o = 28 \times N = 28 \times 2 = 56$$

- Deformasi Tiang Dasar Pile Cap ( $y_i$ )

$$y_i = 1,0 \text{ cm}$$

$$k = 0,413819 \text{ kg/cm}^3$$

$$b = (kD / (4EI))^{0,25} = 0,001165 \text{ cm}^{-1}$$

- Virtual Fixity Point ( $L_m$ )

$$L_m = 1/\beta \tan^{-1} 1/\beta$$

$$= 1342,1892 \text{ cm} = 13,43 \text{ m}$$

- Daya Dukung Gaya Horizontal Tiang Tegak ( $H_a$ ), untuk pergeseran sebesar  $y_i$

$$H_a = ((k \cdot D) \times 1 / \beta^3) / y_i$$

$$= 28,75 \text{ Ton / Tiang}$$

$$SF = 3 \text{ (Beban Tetap)}$$

$$\text{Sehingga SF untuk beban tetap} = Ha / SF = 9,58 \text{ Ton}$$

$$SF = 2 \text{ (Beban Sementara)}$$

$$\text{Sehingga SF untuk beban tetap} = Ha / SF = 14,37 \text{ Ton}$$

- Momen Lentur pada posisi Virtual Fixity Point (Ma)

$$Ma = Ha \times H = 9,58 \text{ Ton} \times 13,43 \text{ m} = 128,64 \text{ Ton.m}$$

$$Ma = Ha \times H = 14,37 \text{ Ton} \times 13,43 \text{ m} = 192,96 \text{ Ton.m}$$

▪ **Kapasitas Cabut Ijin Tiang (RC)**

$$Rf = 610,13 \text{ Ton}$$

$$SF = 5 \text{ (Beban Tetap)}$$

$$= 3 \text{ (Beban Sementara)}$$

$$Wp = 11,36 \text{ Ton / Tiang}$$

$$Rc = Rf / SF - Wp \text{ (Beban Tetap)}$$

$$= 610,13 \text{ Ton} / 5 - 11,36 \text{ Ton} = 133,39 \text{ Ton/Tiang}$$

$$Rc = Rf / SF - Wp \text{ (Beban Sementara)}$$

$$= 610,13 \text{ Ton} / 3 - 11,36 \text{ Ton} = 266,78 \text{ Ton/Tiang}$$

**Tabel 7. 13 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Unloading Platform**

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	812.8	35	176.0706	34.342502	9.584805	264.106	68.6850032	14.3772	74.15	0	0.2	118.75	0	4.04
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 7. 14 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Trestel**

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	812.8	34	98.00457	21.168624	6.8131107	147.007	42.3372472	10.2197	31.74	0	0.19	57.424	0	1.93
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 7. 15 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada Abutmen**

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	609.6	45	168.7507	60.222439	6.8131107	253.126	120.444877	10.2197	113.8	0	5.12	118.6	0	5.29
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	609.6	45	168.7507	60.222439	6.8131107	253.126	120.444877	10.2197	26.773	6.91	4.62	29.93	3.76	4.77
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 7. 16 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada *Mooring Dolphin***

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	711.2	47	236.1156	90.239002	13.360877	354.173	180.478005	20.0413	140.354	0	1.27	254.687	152.42	5.59
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 7. 17 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah pada *Breasting Dolphin 1 & 4***

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	1016	40	319.883904	76.692234	12.49657	479.826	153.384469	18.7449	200.78	0	0	288.48	111.648	7.238
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK
Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	1016	40	319.883904	76.692234	12.49657	479.826	153.384469	18.7449	59.35	0	3.892	224.196	70.72	8.0059
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 7. 18 Reakpitulasi Daya Dukung Tanah pada *Breasting Dolphin 2 & 3***

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	1016	39	309.7764	70.627704	12.49657	464.665	141.255408	18.74486	198.77	14.89	5.862	267.53	86.9	8.93
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK
Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
	(mm)	(m)	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	1016	39	309.7764	70.627704	12.49657	464.665	141.255408	18.74486	200.25	0	4.46	132.19	85.2991	7.75
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

## **BAB VIII**

### **METODE PELAKSANAAN**

#### **8.1 UMUM**

Dalam bab ini akan dijelaskan metode konstruksi dermaga pada Pelabuhan Pulang Pisau. Hal-hal yang akan dijelaskan meliputi :

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan Abutmen
3. Metode Konstruksi Pemancangan
4. Metode Konstruksi Pile Cap
5. Metode Konstruksi Balok
6. Metode Konstruksi Pelat

#### **8.2 PEKERJAAN PERSIAPAN**

Pekerjaan persiapan terdiri dari pengukuran, pembersihan lokasi pekerjaan, mobilisasi dan demobilisasi.

##### **8.2.1 Pekerjaan Pengukuran**

Seluruh pekerjaan konstruksi selalu didahului pekerjaan pengukuran yang meliputi :

- Pemasangan patok-patok pembantu pengukuran  
Dilakukan pemasangan patok-patok pembantu pengukuran dan menentukan koordinat / lokasi dan memasang pelampung yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan dan pada akhir pekerjaan akan dibersihkan kembali.
- Survey, pengukuran dan pemasangan tanda-tanda  
Dilakukan pekerjaan survei terakhir sebelum dimulainya pekerjaan dengan melakukan pengukuran ulang mengenai kedalaman dasar laut sebelum melakukan positioning koordinat tiang pancang dermaga.

Alat dan bahan :

- Pengukuran Topografi (*Theodolite, Waterpass, Geodetic Meter*)
- Pengukuran Bathymetri (*Echo Sounder, Sextant, Station Pointer*)

### **8.2.2 Pekerjaan Pembersihan**

Pembersihan lokasi ini dilakukan untuk mempermudah mobilisasi alat berat ke lokasi proyek dan demobilisasi setelah semua pekerjaan selesai.

Alat untuk pekerjaan pembersihan adalah :

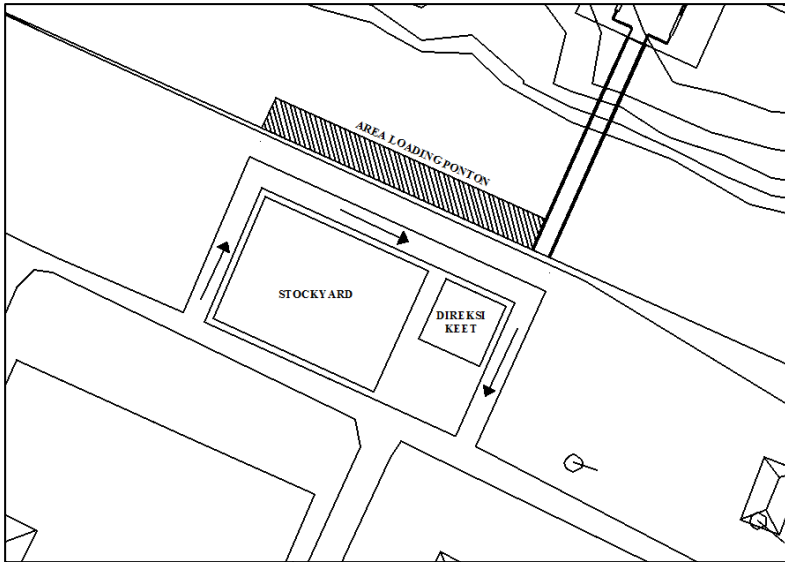
1. Bulldozer

### **8.2.3 Pembuatan Lokasi Gudang Material dan Peralatan (*Stockyard*)**

Gudang material adalah tempat penyimpanan material, dimana kondisi tersebut harus dijaga agar tempat kering dan tidak lembab. kondisi gudang sangat mempengaruhi kualitas bahan dan peralatan yang digunakan. Gudang peralatan adalah tempat menyimpan alat-alat ringan seperti mesin genset, *vibrator* untuk pemadatan beton, alat-alat pengukuran serta peralatan lainnya. Selain untuk tempat penyimpanan, *stockyard* juga digunakan untuk dijadikan los kerja besi dan kayu agar fabrikasi tulangan maupun kayu untuk bekisting bisa langsung dilakukan ditempat dan mempercepat pekerjaan.

Penempatan *Stockyard* :

Gudang Material dan Peralatan diletakkan pada sisi belakang *direksi keet* agar mudah pengawasannya dan pada sisi sungai agar pada pelaksanaan *loading* material dari *stockyard* ke kapal ponton lebih mudah sedangkan los kerja besi dan kayu diletakkan disisi selatan dari *stockyard*. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada gambar berikut :



**Gambar 8.1. Lokasi Direksi Keet dan Stockyard**

#### **8.2.4 Pembuatan Direksi Keet**

Direksi Keet adalah ruangan yang dibangun sebagai tempat pekerja bagi para staff dari kontraktor, pengawas maupun pemilik proyek dilapangan. ruangan ini dilengkapi beberapa fasilitas seperti ruang pimpinan, ruang rapat, ruang kerja staff, musholla dan toilet. Ukuran ruangan ini bervariasi antara  $60 \text{ m}^2 - 200 \text{ m}^2$ , baik bertingkat maupun tidak disesuaikan dengan bentuk lapangan. Ada dua macam direksi Keet yaitu menggunakan kontainer atau menggunakan sistem rakitan (lebih umum digunakan).

Penempatan Direksi Keet :

Pada umumnya dibangun diatas lahan yang tidak terpakai. Letak bangunan tersebut dibangun sesuai dengan keinginan

pemilik proyek, tetapi penempatannya tidak boleh mengganggu transportasi atau kegiatan yang akan berlangsung.

### 8.2.5 Mobilisasi dan Demobilisasi

Mobilisasi adalah kegiatan yang digunakan untuk mendatangkan sumber daya yang digunakan seperti alat berat, material dan tenaga kerja ke lokasi proyek. Mobilisasi alat berat dapat menggunakan jalur darat maupun jalur laut. Untuk material baja, *bollard* dan *fender* diletakkan didepan lokasi *direksi keet* untuk mempermudah proses pengangkutan menuju lokasi proyek. Tulangan baja diletakkan dibelakang *direksi keet* sekaligus tempat fabrikasi tulangan. Sedangkan tempat penumpukan tiang pancang diletakkan disisi paling belakang *direksi keet* untuk mempermudah proses pengangkutan tiang pancang melalui jalur laut.

Kebutuhan alat berat yang perlu didatangkan adalah :

1. *Mobile Crane*
2. *Crawler Crane*
3. *Hydraulic Pilling Hammer*
4. Kapal Tongkang
5. Ponton Pancang
6. *Bulldozer*
7. *Excavator*

## 8.3 PEKERJAAN ABUTMENT

### 8.3.1 Pekerjaan Pemasangan *Sheet Pile*

*Sheet Pile* berfungsi untuk menahan tanah sebelum dilakukan pekerjaan galian supaya tanah yang akan digali nantinya tidak mengalami kelongsoran. Peletakan *sheet pile* seperti yang dijelaskan pada bagian **Pekerjaan Galian Abutment** dibawah. *Sheet Pile* yang digunakan adalah tipe baja karena lebih mudah pelaksanaannya dan bisa digunakan berulang ulang.



Alat yang digunakan untuk pekerjaan pemasangan *sheet pile* adalah:

1. *Excavator*

### 8.3.2 Pekerjaan Pemancangan Abutment

Setelah *sheet pile* telah dipasang seluruhnya, selanjutnya dilakukan pemancangan. Pemancangan pada abutment ini ada 6 titik dengan diameter *Steel Pipe Pile*  $\Phi 609,6$  mm dan tebal 14 mm dengan kedalaman masing-masing 48 meter.

Untuk metode pelaksanaan pemancangan dimulai dengan pengelasan *Steel Pipe Pile* pada *setting bed* pada *stockyard* dengan pengelasan tiap 2 segmen (per segmen 12 m). Setelah selesai pengelasan pancang lalu diangkut ke *boogie* menggunakan *mobile crane* dengan kapasitas sesuai berat pancang :

Berat Pancang :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,6096^2 - 0,0014^2) m^2 \cdot 7850 \frac{kg}{m^3} \cdot 12m \\
 &= 2,466 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Berat Pancang setelah dilas menjadi 2 kali berat semula dan dikali dengan SF, jadi berat pancang saat diangkat menuju *boogie* sebesar :

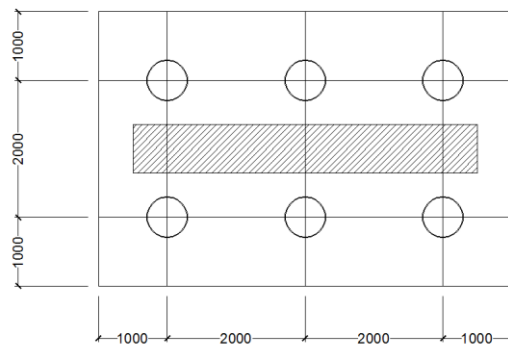
$$W_{\text{PANCANG}} = 2,46 \text{ ton} \cdot 2 \cdot SF = 4,92 \text{ ton} \cdot 1,5 = 7,38 \text{ ton}$$

Sehingga digunakan *Mobile Crane Kobelco RK-16 2* dengan kapasitas angkut 16 ton.



**Gambar 8.2. Mobile Crane Kobelco RK-16**

Selama pemancangan, titik as harus selalu dipantau dengan tepat dan posisi pemancangan harus sesuai dengan gambar rencana dibawah dengan menggunakan alat *theodolite*. Pemancangan juga harus dilaksanakan sesuai nomor urut yang sudah ditentukan.



**Gambar 8.3. Titik Pemancangan Abutment**

*Steel Pipe Pile* yang sudah berada pada lokasi pemancangan diangkat dari *boogie* dengan bantuan sling baja, saat sudah berada pada titik pancang, *Steel Pipe Pile* dipancang dengan menggunakan alat *Hydraulic Hammer* hingga kedalaman rencana yaitu -30 m dari *seabed*.

Dilakukan pengelasan saat ketinggian tiang pancang belum mencapai kedalaman rencana, untuk sepuluh pukulan terakhir

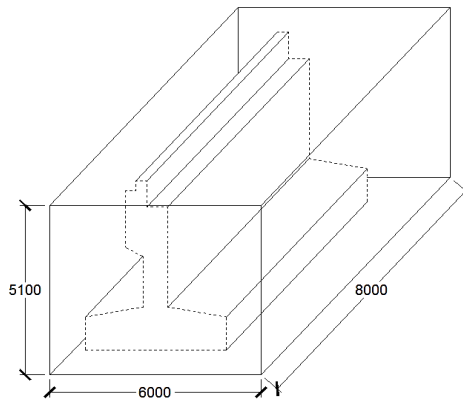
dilakukan kalendering, jika  $S_{rencana} > S_{lapangan}$  maka dihentikan pemancangan.

Alat dan bahan yang digunakan untuk pekerjaan pemancangan abutment adalah :

1. *Boogie*
2. *Mobile Crane*
3. *Hydraulic Hammer*
4. *Theodolite*
5. Sling
6. Alat Las

### 8.3.3 Pekerjaan Galian Sekitar Pile

Galian pada sekitar tiang pancang dilakukan untuk persiapan pengecoran lantai kerja. Volume penggalian mengacu pada dimensi *pile cap* dan badan abutmen. Untuk tinggi total abutment (dengan *pile cap*) setinggi 5,1 meter dan lebar sejajar trestle adalah 4 meter dan lebar tegak lurus *trestle* adalah 6 meter. Untuk lebar sejajar dan tegak lurus trestle perlu ditambah lebar masing-masing 1 meter pada tiap sisi untuk pemasangan *sheet pile*. Lebih jelasnya pada gambar berikut :



**Gambar 8.4. Volume Galian Abutment**

Jadi volume galian total adalah :  $5,1\text{m} \times (4+1+1)\text{m} \times (6+1+1)\text{m} = 244,8 \text{ m}^3$  yang selanjutnya galian akan dialihkan ke tempat yang telah ditentukan.

Alat yang digunakan untuk Pekerjaan Galian adalah :

1. *Bulldozer*
2. *Excavator*
3. *Dump Truck*

#### **8.3.4 Pekerjaan Dewatering**

Pekerjaan *Dewatering* berfungsi untuk menghilangkan air ataupun muka air tanah pada tempat yang sudah ditetntukan. Pada pekerjaan ini tempat yang harus dikeringkan adalah bagian dalam dari galian abutmen. Hal ini dilakukan karena nantinya pada bagian ini akan dilakukan pekerjaan penulangan dan pembetonan untuk *pile cap* dan badan abutment, dalam pembetonan area yang kering sangat dibutuhkan.

Metode pelaksanaan *dewatering* adalah dengan menggunakan alat pompa dan juga generator set. Sebelumnya lokasi genangan sudah diberi pembatas berupa *sheet pile* agar nanti setelah dilakukan pekerjaan pengeringan air bisa benar-benar surut dan tidak kembali tergenang air. Alat pompa diletakkan pada genangan air lalu dilakukan pembuangan pada lokasi yang telah ditentukan.

Pemantauan lokasi dari genangan air dilakukan setiap hari sampai perkerjaan abutmen telah selesai dan telah ditimbun oleh tanah urugan.

Alat yang digunakan untuk pekerjaan *dewatering* adalah :

1. Generator Set
2. Alat Pompa

#### **8.3.5 Pekerjaan Pembuatan Lantai Kerja**

Pengecoran lantai kerja setebal 10cm dilakukan setelah penggalian telah mencapai kedalaman yang diinginkan dan area

kerja telah benar-benar bersih dari air / kering agar pengecorannya dapat optimal dan mempermudah pengerjaan. Beton *ready mix* didatangkan dari *batching plant* ke lokasi menggunakan molen dengan pengexoran menggunakan *pump concrete*, pengecoran *lean concrete* sendiri dilakukan untuk menjadi alas dari *pile cap* abutmen.

Alat yang digunakan :

1. Truk Molen
2. *Concrete Pump*

### **8.3.6 Pemasangan *Base Plate* dan Tulangan *Shear Ring***

Setelah tiang pancang telah dipotong sesuai elevasi rencana, dilakukan pemasangan *base plate* dengan cara diangkur pada tepi pancang kemudian dilas, lalu dipasang tulangan *shear ring*.

### **8.3.7 Pembesian dan Pemasangan Bekisting pada *Pile Cap* Abutmen**

Pembuatan bekisting pada abutmen dikerjakan dengan cara pemotongan *plywood* sesuai dengan luas *pile cap* abutmen yang telah ditentukan, setelah bekisting telah dipasang sesuai rencana dilakukan pekerjaan pembesian untuk *pile cap* abutmen.

Pembesian ini dilakukan langsung dilapangan. Besi tulangan yang digunakan harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya dan sudah lulus uji tekuk dan tarik terlebih dahulu.

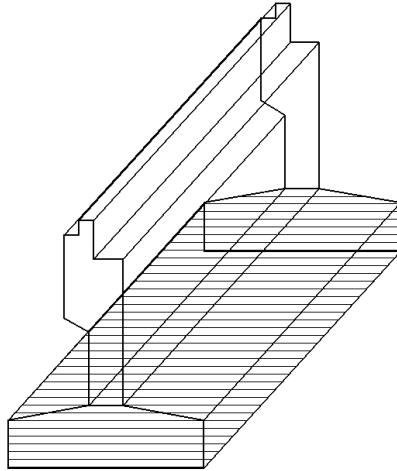


**Gambar 8.5. Contoh Pembesian *Pile Cap* Abutmen**

Alat dan bahan yang digunakan untuk pembesian dan bekisting pile cap adalah :

1. Kayu *Plywood*
2. Paku
3. Besi Tulangan
4. Kawat *Bendraat*

### 8.3.8 Pengecoran dan Curing *Pile Cap* Abutmen



**Gambar 8.6. Bagian *Pile Cap* yang dicor**

Sebelum kegiatan pengecoran dimulai, perlu adanya pengecekan mutu beton dengan menggunakan *slump test* agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Setelah mutu beton telah lolos tahap *checking*, selanjutnya dilakukan *concreting* atau pelaksanaan penuangan beton *ready mix* kedalam cetakan /bekisting. Saat penuangan ini bersamaan juga dilakukan proses *compacting* atau pemadatan dengan menggunakan *vibrator*, ini bertujuan agar material dalam adukan beton bisa memasuki sela-sela tulangan.

Terakhir dilakukan tahap perapihan dan *finishing* dan pemeliharaan beton dengan *curing* agar menghasilkan kekuatan beton yang sesuai rencana dan menghindari cacat hasil pekerjaan pengecoran.

Alat dan bahan yang digunakan untuk pengecoran dan curing *pile cap* adalah :

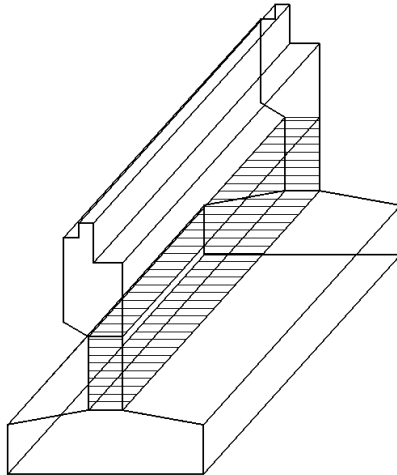
1. Concrete Pump
2. Vibrator

### 3. Truk Mixer

#### 8.3.9 Pekerjaan Dinding Abutmen

Dalam proses pengerjaan dinding abutmen, hal pertama yang dilakukan adalah pengerjaan tulangan-tulangan kolom seperti yang telah didesain, lalu dibuat bekisting dengan luasan dan bentuk seperti yang direncanakan.

Setelah bekisting dan tulangan telah terpasang, dilakukan proses pengecoran dan curing sama seperti pada tahap pengecoran *pile cap* abutmen diatas.



**Gambar 8.7. Bagian Dinding Abutmen yang dicor**

#### 8.3.10 Pekerjaan *Pier Head* Abutmen

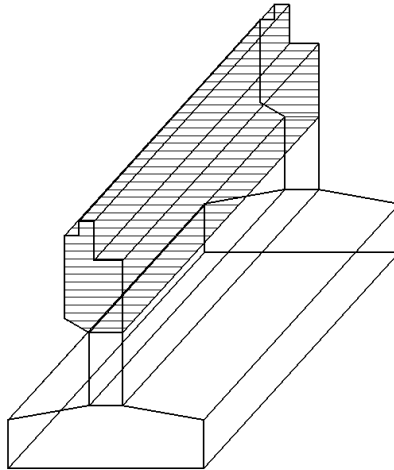
Setelah pekerjaan *pile cap* dan dinding abutmen telah selesai, dilanjutkan dengan pengerjaan bagian atas abutmen atau *pier head*. Pengerjaan *pier head* disini sama dengan tahapan dalam pengerjaan dinding abutmen yang meliputi :

1. Penulangan



2. Pembuatan Bekisting
3. Pengecoran dan curing

*Pier Head* ini berfungsi sebagai tumpuan balok trestle dan juga tumpuan pelat injak pada sisi darat.



**Gambar 8.8. Bagian *Pier Head* Abutmen yang dicor**

## **8.4 METODE KONSTRUKSI PEMANCANGAN**

Tahap pemancangan dilaksanakan di wilayah perairan, sedangkan *stockyard* material konstruksi berada di wilayah daratan seperti yang dijelaskan pada gambar 8.1. Adapun tahap-tahap konstruksi tiang pancang adalah sebagai berikut :

### **8.4.1 Tahap Pengangkutan dari *Stockyard***

Tahap pengangkutan tiang pancang dari *stockyard* menuju kapal tongkang digunakan dengan menggunakan bantuan *mobile crane*. Kapasitas *mobile crane* yang digunakan pada proses pengangkutan harus mempertimbangkan berat material yang ada di *stockyard*.

Untuk kapasitas *mobile crane* digunakan spesifikasi yang sama dengan *mobile crane* yang digunakan pada pekerjaan abutmen yaitu *mobile crane* Kobelco RK-16 dengan kapasitas 16 ton.

Kapasitas kapal tongkang dapat mengangkut 9-10 tiang pancang. Untuk menuju lokasi pemancangan dari *stockyard* kapal tongkang akan ditarik oleh *tug boat* menuju ponton pancang dan tiang pancang akan dipindahkan ke tiang pancang.

Alat berat yang digunakan untuk pengangkutan tiang pancang adalah :

1. *Mobile Crane*
2. Kapal Tongkang
3. *Tug Boat*

#### 8.4.2 Tahap Pemancangan Tiang Pancang

Dalam pekerjaan pemancangan ini tiap struktur menggunakan diameter dan jumlah tiang yang berbeda-beda seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 8.1. Tiang Pancang Platform**

<b>PLATFORM</b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
812,8 mm – 12 mm	20 buah	-

**Tabel 8.2. Tiang Pancang Trestle**

<b>TRESTLE</b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring

609,6 mm – 12 mm	22 buah	-
------------------	---------	---

**Tabel 8.3. Tiang Pancang *Catwalk***

<b><i>CATWALK</i></b>		
<b><i>CT-2A dan CT-2B</i></b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
508 mm – 12 mm	4 buah	-
<b><i>CT-3A dan CT-3B</i></b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
508 mm – 12 mm	4 buah	-
<b><i>CT-4A dan CT-4B</i></b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
508 mm – 12 mm	4 buah	-

**Tabel 8.4. Tiang Pancang *Mooring Dolphin***

<b><i>Mooring Dolphin (MD-1,2,3,4)</i></b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
712,8 mm – 19 mm	8	16 buah

**Tabel 8.5. Tiang Pancang *Berthing Dolphin***

<b><i>Berthing Dolphin (BD-1&amp;4)</i></b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
1016 mm – 19 mm	6 buah	18 buah
<b><i>Berthing Dolphin (BD-2&amp;3)</i></b>		
Diameter	Jumlah Tiang	
	T. Tegak	T. Miring
1016 mm – 19 mm	2 buah	16 buah

Untuk pemancangan miring menggunakan sudut kemiringan 1 : 10. Pekerjaan Pemancangan dilakukan sesuai nomor urut pemancangan seperti pada gambar rencana.

Metode Pekerjaan pemancangan adalah *crawler crane* pada kapal ponton mengangkat tiang pancang yang sudah diangkut oleh kapal tongkang dan diarahkan menuju titik yang telah ditentukan. Untuk menentukan ketepatan dan kelurusan titik yang akan dipancang digunakan bantuan alat *theodolit* yang mengukur dari sisi darat. Setelah semuanya sesuai, tiang pancang akan dilepaskan dan akan dipasang *diesel hammer* dan akan dipukul secara terus menerus hingga mencapai tanah keras. Pada 10 pukulan terakhir harus dilakukan kalendering. Selama pemancangan harus selalu diawasi dengan *theodolit* dari sisi darat.

Alat yang digunakan untuk pekerjaan pemancangan adalah :

1. Kapal Ponton yang mengangkut *Crawler Crane*
2. *Hydraulic Hammer*
3. Kapal Tongkang pengangkut tiang pancang
4. *Theodolite*

### 8.4.3 Tahap Penyambungan Tiang Pancang

Dalam proses penyambungan tiang pancang dilakukan oleh 5 orang ahli las dan 1 mandor. Proses pengelasan menggunakan elektroda las sebesar 4920 kg/cm'. Metode pelaksanaan penyambungan tiang pancang dilaksanakan di darat maupun dilaut. Penyambungan tiang pancang didarat dilakukan pada *stockyard* dan tiang pancang diletakkan dulu diatas *setting bed* sebelum dilakukan penyambungan di darat. Sedangkan penyambungan tiang pancang dilaut dilakukan setelah pekerjaan pemancangan satu tiang selesai dan akan dilakukan pemancangan kembali.

Alat yang digunakan untuk penyambungan tiang pancang adalah :

1. Generator Set
2. Mesin Las

### 8.4.4 Tahap Pemotongan Tiang Pancang

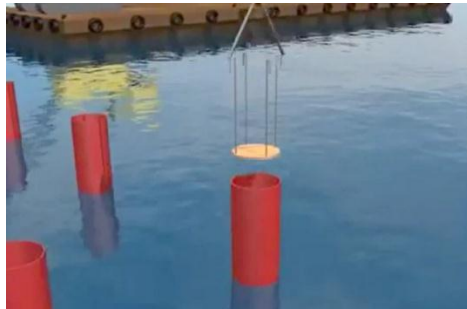
Metode pelaksanaan pemotongan tiang pancang adalah *crawler crane* pada kapal ponton memasang sling baja pada tiang pancang diabntu dengan pekerja kemudian 3 orang ahli las akan memotong tiang pancang menggunakan pemotong oksigen. Setelah tiang pancang terpotong maka *crawler crane* akan mengangkat kemudian berputar dan meletakkan diatas kapal tongkang. Ujung tiang pancang dipotong sesuai dengan elevasi yang telah direncanakan dan harus dalam kondisi baik karena akan masuk kedalam *pilecap* minimal 10 cm. Hasil pemotongan akan diangkut oleh kapal tongkang dan dikembalikan ke tempat penumpukan tiang pancang.

Alat yang digunakan untuk pemotongan tiang pancang adalah :

1. Kapal Ponton yang mengangkat *Crawler Crane*
2. Satu Set Alat Pemotong
3. Kapal Tongkang pengangkut tiang pancang

#### 8.4.5 Tahap Pekerjaan Isian Beton Tiang Pancang

Sebelum dilakukan pengecoran beton pada tiang pancang, dilakukan pemasangan besi tulangan pada bagian tiang pancang yang akan dicor. Besi tulangan sebelumnya telah dibuat dan dirakit pada los kerja besi yang berada pada *stockyard*, dari *stockyard* besi tulangan diangkut menggunakan truk flat menggunakan bantuan *mobile crane* lalu diangkut menuju kapal ponton. Untuk memasukkan besi tulangan kedalam tiang pancang, digunakan bantuan *crawler crane* yang berada pada kapal ponton dan agar besi tulangan tersebut tidak jatuh maka perlu dipasang besi *base plate* yang memiliki diameter melebihi diameter tiang pancang.



**Gambar 8.9. Proses Pemasangan *Base Plate***

Setelah besi tulangan pancang telah terpasang, selanjutnya dilakukan tahap pengecoran tiang pancang menggunakan bantuan *concrete pump* yang telah berada diatas kapal ponton. Sedangkan beton yang telah ada di *truck mixer* akan dites slump terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran. Setelah hasil tes slump memenuhi standar maka akan dipasang pipa ke *truck mixer* untuk memompa beton menuju lokasi pengecoran. Selama proses pengecoran berlangsung juga dilakukan proses pemadatan hasil cor dengan menggunakan *vibrator* agar beton cor dapat merata pada sela-sela tulangan dan hasil cor tidak berongga.

Alat yang digunakan untuk Pekerjaan Beton Isian Pancang :

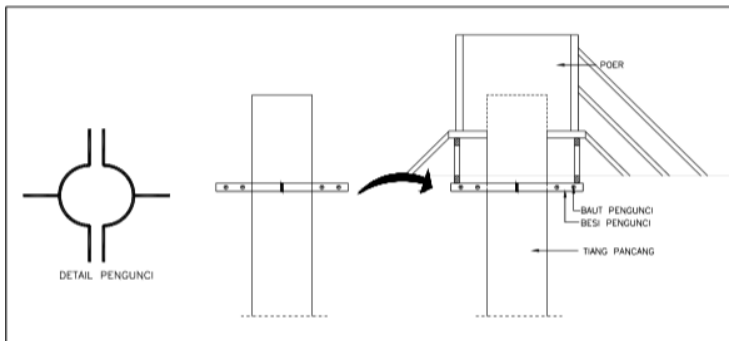
1. *Truck Mixer*
2. *Vibrator*
3. *Concrete Pump*
4. *Mobile Crane*
5. Kapal Ponton

## 8.5 PEKERJAAN PILE CAP

Pekerjaan *Pile cap* dilaksanakan setelah pekerjaan pemancangan selesai dengan syarat ujung tiang pancang masuk minimal 10 cm kedalam *pile cap*. Dalam pekerjaan *pile cap* dibagi menjadi 3 (tiga) pekerjaan yaitu : pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, pekerjaan pengecoran.

### 8.5.1 Pekerjaan Bekisting

Sebelum merakit bekisting *pile cap*, terlebih dahulu dipasang landasan untuk bekisting dan cor beton berupa sabuk pengikat dibaut sejumlah 2 baut tiap pengikatnya pada tiang pancang seperti gambar dibawah :



**Gambar 8.10. Pemasangan Landasan untuk Bekisting**

Setelah landasan terpasang, selanjutnya dipasang bekisting *pile cap* sesuai ukuran yang telah ditentukan. Untuk bagian vertikal dari bekisting digunakan perancah dari kayu.

### 8.5.2 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan penulangan *pile cap* menggunakan besi tulangan D19 sesuai dengan gambar rencana, besi tulangan *pile cap* dirancang secara langsung ditempat los kerja besi pada *stockyard*.

### 8.5.3 Pekerjaan Pengecoran

Setelah besi tulangan pancang telah terpasang, selanjutnya dilakukan tahap pengecoran *pile cap* menggunakan bantuan *concrete pump* yang telah berada diatas kapal ponton. Sedangkan beton yang telah ada di *truck mixer* akan dites slump terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran. Setelah hasil tes slump memenuhi standar maka akan dipasang pipa ke *truck mixer* untuk memompa beton menuju lokasi pengecoran. Selama proses pengecoran berlangsung juga dilakukan proses pemadatan hasil cor dengan menggunakan *vibrator* agar beton cor dapat merata pada sela-sela tulangan dan hasil cor tidak berongga.

Alat yang digunakan untuk Pekerjaan Pengecoran *Pile Cap* :

1. *Truck Mixer*
2. *Vibrator*
3. *Concrete Pump*
4. *Mobile Crane*
5. Kapal Ponton

## 8.6 PEKERJAAN BALOK

Pekerjaan balok dilakukan setelah pekerjaan *pile cap* telah selesai dilakukan. Dalam pekerjaan balok ada 3 (tiga) tahap pekerjaan yang dilakukan yaitu pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pekerjaan pengecoran.

### 8.6.1 Pekerjaan Pembesian

Dalam pekerjaan pembesian balok, sebelum besi tulangan disusun, lebih dulu membuat rantai kerja untuk memudahkan pelaksanaan. Rantai kerja disini terbuat dari susunan balok-balok kayu yang menumpu pada *pile cap* dan lembaran multiplek yang



diletakkan diatas balok-balok kayu sebagai alas besi tulangan dan juga tempat mobilisasi tukang. Setelah lantai kerja atau alas telah terpasang, selanjutnya besi tulangan dipasang berdasar perhitungan tulangan yang telah ditentukan, berikut adalah contoh pekerjaan pembesian pada balok :



**Gambar 8.11. Contoh Pekerjaan Pembesian Balok**

### **8.6.2 Pekerjaan Bekisting**

Setelah besi tulangan balok telah tersusun, bekisting balok dipasang sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Bekisting balok menggunakan material kayu, namun bagian yang dibekisting seukuran dengan tinggi balok dikurangi dengan tebal pelat lantai karena nantinya ada bagian balok yang dicor monolit secara bersamaan dengan pelat lantai.

Pekerjaan bekisting balok juga sekaligus mengerjakan bekisting dan lantai kerja untuk pekerjaan pelat lantai, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan mobilisasi tukang pada saat pekerjaan dilaksanakan. Metode bekisting pelat lantai hampir sama dengan bekisting pada balok, namun balok kayu yang digunakan adalah balok memanjang dan melintang dengan alasan kekuatan bekisting mengingat luas area yang akan dicor nantinya. Setelah balok kayu memanjang dan melintang telah terpasang,

dipasang multiplek kayu sebagai lantai kerja dan juga alas dari pengecoran pelat lantai. Untuk lebih jelasnya seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 8.12. Contoh Bekisting Balok dan Pelat Lantai dari Kayu**

### **8.6.3 Pekerjaan Pengecoran**

Setelah besi tulangan dan bekisting telah terpasang, selanjutnya dilakukan tahap pengecoran balok menggunakan bantuan *concrete pump* yang telah berada diatas kapal ponton. Sedangkan beton yang telah ada di *truck mixer* akan dites slump terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran. Setelah hasil tes slump memenuhi standar maka akan dipasang pipa ke *truck mixer* untuk memompa beton menuju lokasi pengecoran. Selama proses pengecoran berlangsung juga dilakukan proses pemadatan hasil cor dengan menggunakan *vibrator* agar beton cor dapat merata pada sela-sela tulangan dan hasil cor tidak berongga.

Alat yang digunakan untuk Pekerjaan Pengecoran Balok :

1. *Truck Mixer*
2. *Vibrator*
3. *Concrete Pump*
4. *Mobile Crane*

## 5. Kapal Ponton

### 8.7 PEKERJAAN PELAT LANTAI

Pekerjaan balok dilakukan setelah pekerjaan *pile cap* telah selesai dilakukan. Dalam pekerjaan balok ada 3 (tiga) tahap pekerjaan yang dilakukan yaitu pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan pekerjaan pengecoran.

#### 8.7.1 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada pelat lantai seperti yang sudah dijelaskan pada bagian **Pekerjaan Bekisting Balok** diatas.

#### 8.7.2 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan Pembesian pelat lantai dilakukan diatas lantai kerja pelat lantai yang sudah tersusun sebelumnya. Tulangan besi dipasang ditempat sesuai gambar rencana tulangan yang sudah ditentukan. Berikut adalah contoh pembesian pada pelat lantai :



**Gambar 8.13. Contoh Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai**

### 8.7.3 Pekerjaan Pengecoran

Setelah besi tulangan dan bekisting telah terpasang, selanjutnya dilakukan tahap pengecoran pelat menggunakan bantuan *concrete pump* yang telah berada diatas kapal ponton. Sedangkan beton yang telah ada di *truck mixer* akan dites slump terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran. Setelah hasil tes slump memenuhi standar maka akan dipasang pipa ke *truck mixer* untuk memompa beton menuju lokasi pengecoran. Selama proses pengecoran berlangsung juga dilakukan proses pemadatan hasil cor dengan menggunakan *vibrator* agar beton cor dapat merata pada sela-sela tulangan dan hasil cor tidak berongga.

Alat yang digunakan untuk Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai :

1. *Truck Mixer*
2. *Vibrator*
3. *Concrete Pump*
4. *Mobile Crane*
5. Kapal Ponton



**Gambar 8.14. Contoh Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai**

## BAB IX

### RENCANA ANGGARAN BIAYA

#### 9.1 Umum

Pada bab Rencana anggaran biaya ini dijelaskan mengenai prosedur dan cara dalam analisis biaya keseluruhan pembangunan dermaga. Adapun prosedurnya meliputi :

1. Penentuan Harga material dan upah
2. Analisis harga satuan
3. Perhitungan volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya

#### 9.2 Harga Material, Upah dan Alat

Harga material, upah dan sewa alat diambil dari “Peraturan Kementerian Perhubungan Tahun 2014”. Berikut ini adalah rincian daftar harga upah (**Tabel 10.1**), daftar harga material (**Tabel 10.2**) dan daftar harga sewa alat (**Tabel 10.3**).

**Tabel 9. 1 Daftar Harga Upah**

Jenis Pekerja	Satuan	Harga Total
Mandor	OH	Rp 123,988.39
Pekerja	OH	Rp 80,814.96
Kepala Tukang	OH	Rp 109,596.89
Operator Mesin	OH	Rp 68,694.00
Operator Alat Berat	OH	Rp 114,490.00
Operator Pancang	OH	Rp 153,246.47
Pembantu Operator	OH	Rp 57,245.00
Surveyor	OH	Rp 171,375.00
Pemb.Surveyor	OH	Rp 114,490.00
Tukang	OH	Rp 95,192.00
Tukang Las penyambungan tiang pancang	OH	Rp 90,678.22

Tabel 9. 2 Daftar Harga Material

Jenis Material	Satuan	Harga Total
Oli	ltr	Rp 35,207.00
Solar	ltr	Rp 10,270.00
Beton Ready Mix K400	m3	Rp 807,850.00
Pasir Cor	m3	Rp 164,368.05
Sirtu	m3	Rp 207,650.62
Batu Pecah	m3	Rp 218,850.31
Semen PC	kg	Rp 1,284.00
Kawat Bendraat	kg	Rp 21,071.51
Baja Tulangan Ulir	kg	Rp 16,050.00
Karbit	kg	Rp 19,688.00
Baja WF	kg	Rp 13,733.45
Pelat Baja	kg	Rp 13,733.45
Papan Plywood	lembar	Rp 246,648.54
Acetelin	tabung	Rp 155,150.00
Oksigen	tabung	Rp 642,000.00
Fender Bridgestone	buah	Rp 36,915,000.00
Boulder	buah	Rp 45,925,256.00
Paku	kg	Rp 20,386.00
Kayu Kelas III	m3	Rp 3,745,000.00
Beton K - 400	m3	Rp 2,620,487.00
Grease	kg	Rp 74,900.00
Angkur Diameter 25 mm	buah	Rp 40,072.00
Kawat Las	kg	Rp 26,750.00
Besi Siku L.100.100	kg	Rp 13,004.00

**Tabel 9. 3 Daftar Harga Alat**

<b>Jenis Alat</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Total</b>
Diesel Hammer	jam	Rp 423,720.00
Ponton Pancang	jam	Rp 1,540,800.00
Ponton Transport	jam	Rp 1,070,000.00
Tugboat Penarik Pancang	jam	Rp 664,970.76
Crawler Crane 25 ton	jam	Rp 402,534.00
Crane 10-15 ton	jam	Rp 367,973.00
Crane 25 ton	jam	Rp 449,828.00
Concrete Pump	jam	Rp 20,035.75
Concrete Vibrator	jam	Rp 147,125.00
Concrete Mixer	jam	Rp 143,112.50
Generator Set	jam	Rp 272,850.00
Dump Truck 3,5 t	jam	Rp 160,500.00
Dump Truck 5 t	jam	Rp 200,625.00
Excavator	jam	Rp 374,500.00
Theodolith	jam	Rp 85,942.00
Mesin Las 40Amp	jam	Rp 277,208.11
Alat Bantu Pemotongan Tiang Pancang	ls	Rp 30,602.00
Waterpass	jam	Rp 18,939.00
Bulldozer	jam	Rp 245,336.02
Vibrator Roller	jam	Rp 706,567.01
CCSP W.325 K.700 pjg. 9m	btg	Rp 990,000.00

### 9.3 Analisa Harga Satuan

Analisa Harga Satuan berisi mengenai harga satuan yang dihabiskan dalam pemenuhan setiap bagian dari pekerjaan. Analisa harga satuan dapat dilihat pada **Tabel 10.4** dibawah ini :

**Tabel 9. 4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan**

No.	Item Pekerjaan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
<b>1</b>	<b>1 m3 Beton K-400</b>	<b>m3</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Beton Ready Mix K-400	1	m3	Rp 807,850	Rp 807,850.00
	<b>Alat :</b>				
	Concrete Pump	0.5	jam	Rp 20,036	Rp 10,017.88
	Vibrator	0.5	jam	Rp 147,125	Rp 73,562.50
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.105	O.H	Rp 123,988	Rp 13,018.78
	Kepala Tukang	0.035	O.H	Rp 109,597	Rp 3,835.89
	Tukang	0.35	O.H	Rp 95,192	Rp 33,317.20
	Pembantu Tukang	2.1	O.H	Rp 57,245	Rp 120,214.50
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 1,061,816.75</b>
<b>2</b>	<b>10 m2 Bekisting</b>	<b>m2</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Paku	4	kg	Rp 20,386	Rp 81,544.00
	Kayu Kelas III	0.4	m3	Rp 3,745,000	Rp 1,498,000.00
	Plywood (t=6 mm)	1.8	lbr	Rp 246,649	Rp 443,967.37
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.1	O.H	Rp 123,988	Rp 12,398.84
	Kepala Tukang	0.5	O.H	Rp 109,597	Rp 54,798.45
	Tukang Kayu	5	O.H	Rp 95,192	Rp 475,960.00
	Pekerja	2	O.H	Rp 80,815	Rp 161,629.92
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 2,728,298.58</b>
				<b>Nilai HSPK (1 m2 bekisting)</b>	<b>Rp 272,829.86</b>
<b>3</b>	<b>1 kg pembersian</b>	<b>kg</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Besi Tulangan Ulir	1.05	kg	Rp 16,050	Rp 16,852.50
	Kawat Baja	0.015	kg	Rp 21,072	Rp 316.07
	<b>Upah :</b>				
	Pekerja	0.0098	O.H	Rp 80,815	Rp 791.99
	Mandor	0.0006	O.H	Rp 123,988	Rp 74.39
	Kepala Tukang Besi	0.001	O.H	Rp 109,597	Rp 109.60
	Tukang Besi	0.0098	O.H	Rp 95,192	Rp 932.88
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 19,077.43</b>
<b>4</b>	<b>Penyambungan Tiang Pancang</b>	<b>buah</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Plat Baja	1	kg	Rp 13,733	Rp 13,733.00
	<b>Alat :</b>				
	Generator Set	1	jam	Rp 272,850	Rp 272,850.00
	Mesin Las 40	1	jam	Rp 277,208	Rp 277,208.11
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.02	O.H	Rp 123,988	Rp 2,479.77
	Tukang Las	0.2	O.H	Rp 90,678	Rp 18,135.64
	Pekerja	0.2	O.H	Rp 80,815	Rp 16,162.99
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 600,569.51</b>



No.	Item Pekerjaan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
5	<b>Pengangkutan Tiang Pancang</b>	M'			
	Operasional Crawler Crane				
	Bahan :				
	Grease	2	kg	Rp 74,900	Rp 149,800.00
	Oli	5	lt	Rp 35,207	Rp 176,035.00
	Solar	250	lt	Rp 10,270	Rp 2,567,500.00
	Alat :				
	Crawler Crane	5	jam	Rp 402,534	Rp 2,012,670.00
	Upah :				
	Operator	1	O.H	Rp 95,192	Rp 95,192.00
	Pembantu Operator	2	O.H	Rp 57,245	Rp 114,490.00
				Nilai HSPK	Rp 5,115,687.00
	<b>Operasional Ponton Transport</b>				
	Bahan :				
	Grease	2	kg	Rp 74,900	Rp 149,800.00
	Oli	5	lt	Rp 35,207	Rp 176,035.00
	Solar	200	lt	Rp 10,270	Rp 2,054,000.00
	Alat :				
	Ponton Transport	5	jam	Rp 1,070,000	Rp 5,350,000.00
	Upah :				
	Operator	1	O.H	Rp 95,192	Rp 95,192.00
	Pembantu Operator	2	O.H	Rp 57,245	Rp 114,490.00
	Pekerja	10	O.H	Rp 80,815	Rp 808,149.60
				Nilai HSPK	Rp 8,747,666.60
	<b>Pengangkutan Tiang Pancang ke Titik Pancang</b>	M'			
	Operasional Crawler Crane	0.008	Hari	Rp 5,115,687	Rp 40,925.50
	Operasional Ponton Transport	0.008	Hari	Rp 8,747,667	Rp 69,981.33
				Nilai HSPK	Rp 110,906.83
6	<b>Pemancangan Tiang Pancang</b>	M'			
	Operasional Diesel Hammer	Hari			
	Bahan :				
	Oli	4	lt	Rp 35,207	Rp 140,828.00
	Solar	200	lt	Rp 10,270	Rp 2,054,000.00
	Karbit	2	kg	Rp 19,688	Rp 39,376.00
	Alat :				
	Diesel Hammer	5	jam	Rp 423,720	Rp 2,118,600.00
	Upah :				
	Pekerja	3	O.H	Rp 80,815	Rp 242,444.88
	Operator	1	O.H	Rp 95,192	Rp 95,192.00
	Pembantu Operator	2	O.H	Rp 57,245	Rp 114,490.00
				Nilai HSPK	Rp 4,804,930.88

No.	Item Pekerjaan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
	<b>Operasional Ponton Pancang</b>	Hari			
	<b>Bahan :</b>				
	Oli	4	lt	Rp 35,207	Rp 140,828.00
	Solar	100	lt	Rp 10,270	Rp 1,027,000.00
	Karbit	2	kg	Rp 19,688	Rp 39,376.00
	<b>Alat :</b>				
	Ponton Pancang	5	jam	Rp 1,540,800	Rp 7,704,000.00
	<b>Upah :</b>				
	Tukang Pancang	1	O.H	Rp 90,678	Rp 90,678.22
	Operator	2	O.H	Rp 95,192	Rp 190,384.00
	Pembantu Operator	10	O.H	Rp 57,245	Rp 572,450.00
				Nilai HSPK	Rp 9,764,716.22
	<b>Pemancangan Tiang Tegak (M')</b>				
	Pengangkatan Tiang Pancang ke Titik Pancang (M')	1	M'	Rp 110,907	Rp 110,906.83
	Operasional Diesel Hammer (Hari)	0.0333	Hari	Rp 4,804,931	Rp 160,004.20
	Operasional Ponton Pancang (Hari)	0.0333	Hari	Rp 9,764,716	Rp 325,165.05
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 596,076.08</b>
	<b>Pemancangan Tiang Miring (M')</b>				
	Pengangkatan Tiang Pancang ke Titik Pancang (M')	1	M'	Rp 110,907	Rp 110,906.83
	Operasional Diesel Hammer (Hari)	0.0417	Hari	Rp 4,804,931	Rp 200,365.62
	Operasional Ponton Pancang (Hari)	0.0417	Hari	Rp 9,764,716	Rp 407,188.67
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 718,461.11</b>
<b>7</b>	<b>Pemotongan Tiang Pancang Baja</b>	<b>Buah</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Acetilen @15kg	0.3	tabung	Rp 155,150	Rp 46,545.00
	Oksigen	0.05	tabung	Rp 642,000	Rp 32,100.00
	<b>Alat :</b>				
	Alat Bantu Pemotongan Tiang Pancang	1	ls	Rp 30,602	Rp 30,602.00
	Ponton Pancang	0.025	jam	Rp 1,070,000	Rp 26,750.00
	Mesin Las Karbit	1	jam	Rp 228,980	Rp 228,980.00
	<b>Upah :</b>				
	Pekerja	1	O.H	Rp 80,815	Rp 80,814.96
	Tukang Las	0.5	O.H	Rp 95,192	Rp 47,596.00
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 493,387.96</b>
<b>8</b>	<b>Delatasi</b>	<b>M'</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Kawat Las	0.25	kg	Rp 26,750	Rp 6,687.50
	Besi Siku L.100.10	7.38	kg	Rp 13,004	Rp 95,967.38
	Besi Beton	4	kg	Rp 18,135	Rp 72,541.72
	<b>Alat :</b>				
	Mesin Las 40 Amp	0.35	jam	Rp 277,208	Rp 97,022.84
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.1	O.H	Rp 123,988	Rp 12,398.84
	Pekerja	1	O.H	Rp 80,815	Rp 80,814.96
	Tukang	0.01	O.H	Rp 95,192	Rp 951.92
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 366,385.16</b>

No.	Item Pekerjaan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
9	<b>Pekerjaan Fender</b>	Unit			
	<b>Bahan :</b>				
	Fender	1	bh	Rp 36,915,000	Rp 36,915,000.00
	Angkur Diameter 25 mm	8	bh	Rp 40,072	Rp 320,572.00
	<b>Alat :</b>				
	Mesin Las 40 Amp	0.4	jam	Rp 277,208	Rp 110,883.24
	Alat bantu pengelasan/pemotongan	1	ls	Rp 30,602	
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.1	O.H	Rp 123,988	Rp 12,398.84
	Pekerja	2	O.H	Rp 80,815	Rp 161,629.92
	Tukang	0.5	O.H	Rp 95,192	Rp 47,596.00
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 37,568,080.00</b>
10	<b>Pekerjaan Bollard</b>	Unit			
	<b>Bahan :</b>				
	Bollard 50 Ton	1	bh	Rp 45,925,256	Rp 45,925,256.00
	Angkur Diameter 25 mm	5	bh	Rp 40,072	Rp 200,357.50
	<b>Alat :</b>				
	Mesin Las 40 Amp	0.4	jam	Rp 277,208	Rp 110,883.24
	Alat bantu pengelasan/pemotongan	1	ls	Rp 30,602	
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.1	O.H	Rp 123,988	Rp 12,398.84
	Pekerja	2	O.H	Rp 80,815	Rp 161,629.92
	Tukang	0.5	O.H	Rp 95,192	Rp 47,596.00
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 46,458,121.50</b>
11	<b>Sepatu Tiang Pancang</b>	buah			
	<b>Bahan :</b>				
	Besi Plat	40	kg	Rp 14,306	Rp 572,236.00
	Kawat Las	6	kg	Rp 26,750	Rp 160,500.00
	Oksigen	0.5	tabung	Rp 642,000	Rp 321,000.00
	<b>Alat :</b>				
	Generator Set	1.25	jam	Rp 272,850	Rp 341,062.50
	Mesin Las 40 Amp	1.25	jam	Rp 277,208	Rp 346,510.14
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.2	O.H	Rp 123,988	Rp 24,797.68
	Pekerja	1	O.H	Rp 80,815	Rp 80,814.96
	Tukang Las	0.5	O.H	Rp 95,192	Rp 47,596.00
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 1,894,517.28</b>
12	<b>Galian Abutmen</b>	m3			
	<b>Alat :</b>				
	Sewa Dump Ttruck 5 t	0.07	jam	Rp 200,625	Rp 13,441.88
	Excavator 6m3	0.07	jam	Rp 374,500	Rp 25,091.50
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.007	O.H	Rp 123,988	Rp 867.92
	Pekerja	0.226	O.H	Rp 80,815	Rp 18,264.18
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 57,665.47</b>

No.	Item Pekerjaan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
13	<b>Urugan dan Pemadatan Tanah</b>	<b>m3</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Sirtu	1.2	m3	Rp 207,651	Rp 249,180.74
	<b>Alat :</b>				
	Bulldozer	0.005	jam	Rp 245,336	Rp 1,226.68
	Vibrator Roller	0.025	jam	Rp 706,567	Rp 17,664.18
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.01	O.H	Rp 123,988	Rp 1,239.88
	Pekerja	0.3	O.H	Rp 80,815	Rp 24,244.49
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 293,555.97</b>
14	<b>Beton K-175 Tanpa Tulangan</b>	<b>m3</b>			
	<b>Bahan :</b>				
	Air	0.215	m3	Rp 246,649	Rp 53,029.44
	Pasir Beton	0.5429	m3	Rp 164,368	Rp 89,235.41
	Agregat Pecah Mesin 20-30mm	0.7622	m3	Rp 218,850	Rp 166,807.71
	Semen PC	326	kg	Rp 1,284	Rp 418,584.00
	<b>Alat :</b>				
	Concrete Thriller	1.250	jam	Rp 164,368	Rp 205,460.06
	Concrete Mixer	1.250	jam	Rp 207,651	Rp 259,563.28
	Compressor	1.250			
	<b>Upah :</b>				
	Kepala Tukang Batu	0.028	O.H	Rp 109,597	Rp 3,068.71
	Mandor	0.083	O.H	Rp 123,988	Rp 10,291.04
	Pekerja	1.65	O.H	Rp 80,815	Rp 133,344.68
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>Rp 1,339,384.33</b>

## 9.4 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Dalam rencana anggaran biaya ini, tahapan pekerjaan yang dihitung meliputi :

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan Trestel
3. Pekerjaan *Unloading Platform*
4. Pekerjaan *Mooring Dolphin*
5. Pekerjaan *Breasting Dolphin 1 & 4*
6. Pekerjaan *Breasting Dolphin 2 & 3*
7. Pekerjaan Abutmen
8. Pekerjaan *Catwalk*

Berikut adalah rincian kebutuhan biaya tiap pekerjaan yang dilakukan (**Tabel 9.5-9.12**).

Tabel 9. 5 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Trestel

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tiang Pancang Baja	1056	m'	Rp2,651,443.50	Rp2,799,924,336.00
2	Pengangkatan Tiang	1056	m'	Rp110,906.83	Rp117,117,611.21
3	Pembuatan Sepatu Tiang	22	buah	Rp1,894,517.28	Rp41,679,380.06
4	Pemancangan Tiang	1056	m'	Rp596,076.08	Rp629,456,337.55
5	Penyambungan Tiang	88	buah	Rp600,569.51	Rp52,850,117.21
6	Pemotongan Tiang	22	buah	Rp493,387.96	Rp10,854,535.12
7	Volume Beton Total Pada Trestel (Balok-Plat-Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	81.7422	m3	Rp1,061,816.75	Rp86,795,234.36
8	Volume Pembesian Total pada Trestel (Balok-Plat-Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	19829.6	kg	Rp19,077.43	Rp378,298,731.15
9	Bekisting pada Trestle	383.735	m2	Rp272,829.86	Rp104,694,365.41
10	Dilatasi 4m	4	m'	Rp366,385.16	Rp1,465,540.63
11	Pipa 10"	70	m'	Rp900,000.00	Rp63,000,000.00
12	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
13	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
<b>TOTAL</b>					<b>Rp4,316,083,001.69</b>

**Tabel 9. 6 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Unloading Platform***

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tiang Pancang Baja	960	m'	Rp3,552,150.00	Rp3,410,064,000.00
2	Pengangkatan Tiang	960	m'	Rp110,906.83	Rp106,470,555.65
3	Pembuatan Sepatu Tiang	20	buah	Rp1,894,517.28	Rp37,890,345.51
4	Pemancangan Tiang	960	m'	Rp596,076.08	Rp572,233,034.14
5	Penyambungan Tiang	80	buah	Rp600,569.51	Rp48,045,561.10
6	Pemotongan Tiang	20	buah	Rp493,387.96	Rp9,867,759.20
7	Volume Beton Total Pada Unloading Platform (Balok-Plat-Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	213.253	m3	Rp1,061,816.75	Rp226,435,778.07
8	Volume Pembesian Total pada Unloading Platform (Balok-Plat-Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	34290.9	kg	Rp19,077.43	Rp654,182,461.64
9	Bekisting pada Unloading Platform	756.75	m2	Rp272,829.86	Rp206,463,994.74
10	Delatasi	7	m'	Rp366,385.16	Rp2,564,696.10
11	Marine Loading Arm	2	buah	Rp350,000,000.00	Rp700,000,000.00
12	Pipa 10"	40	m'	Rp900,000.00	Rp36,000,000.00
13	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
14	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
<b>TOTAL</b>					<b>Rp6,040,164,999.13</b>

Tabel 9. 7 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Mooring Dolphin*

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tiang Pancang Baja	120	m'	Rp4,862,680.50	Rp583,521,660.00
2	Pengangkatan Tiang	120	m'	Rp110,906.83	Rp13,308,819.46
3	Pembuatan Sepatu Tiang	5	buah	Rp1,894,517.28	Rp9,472,586.38
4	Pemancangan Tiang Miring	120	m'	Rp718,461.11	Rp86,215,333.54
5	Penyambungan Tiang	10	buah	Rp600,569.51	Rp6,005,695.14
6	Pemotongan Tiang	5	buah	Rp493,387.96	Rp2,466,939.80
7	Bekisting Mooring Dolphin	65	m2	Rp272,829.86	Rp17,733,940.74
8	Volume Beton Total Pada Mooring Dolphin (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	50.89654	m3	Rp1,061,816.75	Rp54,042,797.97
9	Volume Pembesian Total pada Mooring Dolphin (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	10622.07	kg	Rp19,077.43	Rp202,641,855.28
10	Bollard 50 Ton + pemasangan	1	buah	Rp46,458,121.50	Rp46,458,121.50
11	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
12	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
TOTAL (1 Buah Mooring Dolphin)					<b>Rp1,051,814,562.79</b>

**Tabel 9. 8 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Breasting Dolphin* 1 & 4**

<b>No.</b>	<b>Uraian</b>	<b>Volume</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Jumlah</b>
1	Tiang Pancang Baja	334.08	m'	Rp6,994,440.00	Rp2,336,702,515.20
2	Pengangkatan Tiang	334.08	m'	Rp110,906.83	Rp37,051,753.37
3	Pembuatan Sepatu Tiang	12	buah	Rp1,894,517.28	Rp22,734,207.31
4	Pemancangan Tiang Miring	250.56	m'	Rp718,461.11	Rp180,017,616.44
5	Pemancangan Tiang Tegak	83.52	m'	Rp596,076.08	Rp49,784,273.97
6	Penyambungan Tiang	28	buah	Rp600,569.51	Rp16,815,946.39
7	Pemotongan Tiang	12	buah	Rp493,387.96	Rp5,920,655.52
8	Bekisting BD 1 & 4	74.25	m2	Rp272,829.86	Rp20,257,616.93
9	Volume Beton Total Pada Breasting Dolphin 1&4 (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	78.59283	m3	Rp1,061,816.75	Rp83,451,182.30
10	Volume Pembesian Total pada Breasting Dolphin 1&4 (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	19435.58	kg	Rp19,077.43	Rp370,780,893.08
11	Fender + pemasangan	1	buah	Rp37,568,080.00	Rp37,568,080.00
12	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
13	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
<b>TOTAL (1 Buah Breasting Dolphin 1&amp;4)</b>					<b>Rp3,191,031,553.48</b>



Tabel 9. 9 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Breasting Dolphin 2 & 3*

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tiang Pancang Baja	250.56	m'	Rp6,994,440.00	Rp1,752,526,886.40
2	Pengangkatan Tiang	250.56	m'	Rp110,906.83	Rp27,788,815.02
3	Pembuatan Sepatu Tiang	9	buah	Rp1,894,517.28	Rp17,050,655.48
4	Pemancangan Tiang Miring	222.72	m'	Rp718,461.11	Rp160,015,659.06
5	Pemancangan Tiang Tegak	27.84	m'	Rp596,076.08	Rp16,594,757.99
6	Penyambungan Tiang	21	buah	Rp600,569.51	Rp12,611,959.79
7	Pemotongan Tiang	9	buah	Rp493,387.96	Rp4,440,491.64
8	Bekisting BD 2 & 3	74.25	m2	Rp272,829.86	Rp20,257,616.93
9	Volume Beton Total Pada Breasting Dolphin 2&3 (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	75.31388	m3	Rp1,061,816.75	Rp79,969,539.96
10	Volume Pembesian Total pada Breasting Dolphin 2&3 (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	17320.27	kg	Rp19,077.43	Rp330,426,190.93
11	Fender + pemasangan	1	buah	Rp37,568,080.00	Rp37,568,080.00
12	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
13	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
TOTAL (1 Buah Breasting Dolphin 2&3)					<b>Rp2,489,197,466.18</b>

**Tabel 9. 10 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Abutmen**

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tiang Pancang Baja	288	m'	Rp2,651,400.00	Rp763,603,200.00
2	Pengangkatan Tiang	288	m'	Rp110,906.83	Rp31,941,166.69
3	Pembuatan Sepatu Tiang	6	buah	Rp1,894,517.28	Rp11,367,103.65
4	Pemancangan Tiang Miring	144	m'	Rp718,461.11	Rp103,458,400.25
5	Pemancangan Tiang Tegak	144	m'	Rp596,076.08	Rp85,834,955.12
6	Penyambungan Tiang	24	buah	Rp600,569.51	Rp14,413,668.33
7	Pemotongan Tiang	6	buah	Rp493,387.96	Rp2,960,327.76
8	Galian	244.8	m3	Rp57,665.47	Rp14,116,508.20
9	Urugan dan Pemadatan dengan Sirtu	193.35	m3	Rp293,555.97	Rp56,759,047.04
10	Pembuatan Lantai kerja dengan Beton K-175 pada dasar Pile Cap	0.24	m3	Rp1,339,384.33	Rp321,452.24
11	Bekisting pada Abutmen	80.648	m2	Rp272,829.86	Rp22,003,182.36
12	Volume Beton Total Pada Abutmen (Pier Head-Pilar-Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	51.57553	m3	Rp1,061,816.75	Rp54,763,761.90
13	Volume Pembesian Total pada Abutmen (Pier Head-Pilar-Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	12910.99	kg	Rp19,077.43	Rp246,308,613.08
14	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
15	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
<b>TOTAL</b>					<b>Rp1,437,798,199.62</b>

**Tabel 9. 11 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Catwalk***

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Tiang Pancang Baja	40	m'	Rp2,200,650.00	Rp88,026,000.00
2	Pengangkatan Tiang	40	m'	Rp110,906.83	Rp4,436,273.15
3	Pembuatan Sepatu Tiang	2	buah	Rp1,894,517.28	Rp3,789,034.55
4	Pemancangan Tiang Tegak	40	m'	Rp596,076.08	Rp23,843,043.09
5	Penyambungan Tiang	4	buah	Rp600,569.51	Rp2,402,278.06
6	Pemotongan Tiang	2	buah	Rp493,387.96	Rp986,775.92
7	WF 440 x 300 x 11 x 18	1235.6	kg	Rp13,373.00	Rp16,523,678.80
8	WF 350 x 175 x 7 x11	1982.4	kg	Rp13,373.00	Rp26,510,635.20
9	WF 100 x 50 x 5 x 7	204.6	kg	Rp13,373.00	Rp2,736,115.80
10	Pelat Grating (t=12mm)	345	kg	Rp25,579.00	Rp8,824,755.00
11	Bekisting pada Pile Cap	11	m2	Rp272,829.86	Rp3,001,128.43
12	Volume Beton Total Pada Catwalk (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	3.367968	m3	Rp1,061,816.75	Rp3,576,165.32
13	Volume Pembesian Total pada Catwalk (Pile Cap-Isian Tiang Pancang)	1063.582	kg	Rp19,077.43	Rp20,290,402.94
14	PDA Test	1	ls	Rp17,173,500.00	Rp17,173,500.00
15	Tes Material Beton	1	ls	Rp12,773,312.98	Rp12,773,312.98
<b>TOTAL</b>					<b>Rp234,893,099.24</b>

**Tabel 9. 12 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Total**

No.	Uraian	Biaya	Jumlah	Total
1	Pekerjaan Persiapan	Rp958,219,206.55	1	Rp958,219,206.55
2	Pembuatan Unloading Platform	Rp6,040,164,999.13	1	Rp6,040,164,999.13
3	Pembuatan Trestel	Rp4,316,083,001.69	1	Rp4,316,083,001.69
4	Pembuatan Mooring Dolphin	Rp1,051,814,562.79	4	Rp4,207,258,251.16
5	Pembuatan Breasting Dolphin 1 & 4	Rp3,191,031,553.48	2	Rp6,382,063,106.95
6	Pembuatan Breasting Dolphin 2 & 3	Rp2,502,664,391.12	2	Rp5,005,328,782.23
7	Pembuatan Abutmen	Rp1,437,798,199.62	1	Rp1,437,798,199.62
8	Pembuatan Catwalk	Rp234,893,099.24	6	Rp1,409,358,595.47
<b>Jumlah Total</b>				Rp29,756,274,142.80
<b>Ppn 10 %</b>				Rp297,562,741.43
<b>Total + Ppn</b>				Rp30,053,836,884.22
<b>Jumlah Total (Dibulatkan)</b>				Rp30,053,840,000.00

Jadi total anggaran biaya dalam pemenuhan pembangunan dermaga curah cair ini adalah sebesar **Rp 30.053.840.000**

## **BAB X**

### **PENUTUP**

#### **10.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perencanaan yang telah dihitung pada bab-bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan antara lain :

1. Spesifikasi kapal rencana : **Katalog *Bridgestone Marine Fender Design Manual***
  - DWT : 15000
  - *Displacement* : 20000 Ton
  - Panjang Kapal (LOA) : 163 m
  - Panjang Perpendicular : 151 m
  - Lebar Kapal (B) : 20 m
  - *Draft* Kapal : 8,8 m
2. Struktur yang direncanakan pada Tugas Akhir ini terdiri dari Struktur *Unloading Platform*, *Trestel*, *Mooring Dolphin*, *Breasting Dolphin*, *Abutment* dan *Catwalk*.
3. Struktur *Unloading Platform* direncanakan Beton Bertulang *Cast-In-Situ* dengan spesifikasi :
  - Dimensi *Platform* : 20 x 15 m<sup>2</sup>
  - Dimensi balok memanjang : 700 x 1000 mm<sup>2</sup>
  - Dimensi balok melintang : 500 x 800 mm<sup>2</sup>
  - Tebal plat lantai : 30 cm
  - Mutu Beton (fc') : 35 MPa
  - Mutu Baja (fy) : 390 MPa
  - Dimensi *Pile Cap* : 150 x 150 x 100 cm<sup>3</sup>
  - Tiang pancang : Ø812,8mm t = 12mm
4. Struktur *Unloading Platform* direncanakan Beton Bertulang *Cast-In-Situ* dengan spesifikasi :
  - Dimensi *Trestel* : 35 x 4 m<sup>2</sup>
  - Dimensi balok memanjang : 450 x 700 mm<sup>2</sup>
  - Dimensi balok melintang : 450 x 700 mm<sup>2</sup>

- Tebal plat lantai : 25 cm
  - Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
  - Mutu Baja ( $f_y$ ) : 390 MPa
  - Dimensi *Pile Cap* : 100 x 100 x 100 cm<sup>3</sup>
  - Tiang pancang : Ø609,6mm t = 12mm
5. Struktur *Mooring Dolphin* direncanakan Beton Bertulang *Cast-In-Situ* dengan spesifikasi :
- Dimensi Struktur : 5 x 5 m<sup>2</sup>
  - Tebal poer : 200 cm
  - Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
  - Mutu Baja ( $f_y$ ) : 390 MPa
  - Type Bollard : *Bollard Maritime International 50 Ton*
  - Jumlah Tiang Pancang : 5 Tiang / Struktur
  - Tiang pancang : Ø711,2 mm t= 19mm
6. Struktur *Breasting Dolphin 1 & 4* direncanakan Beton Bertulang *Cast-In-Situ* dengan spesifikasi :
- Dimensi Struktur : 7 x 5 m<sup>2</sup>
  - Tebal poer : 200 cm
  - Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
  - Mutu Baja ( $f_y$ ) : 390 MPa
  - Type Fender : *Fender Bridgestone SM800H (M2) L = 2m*
  - Type Bollard : *Bollard Maritime International 50 Ton*
  - Jumlah Tiang Pancang : 12 Tiang / Struktur
  - Tiang pancang : Ø1016 mm t= 19mm
7. Struktur *Breasting Dolphin 2 & 3* direncanakan Beton Bertulang *Cast-In-Situ* dengan spesifikasi :
- Dimensi Struktur : 7 x 5 m<sup>2</sup>
  - Tebal poer : 200 cm
  - Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
  - Mutu Baja ( $f_y$ ) : 390 MPa

- Type Fender : *Fender Bridgestone SM800H (M2) L = 2m*
- Jumlah Tiang Pancang : 9 Tiang / Struktur
- Tiang pancang : Ø1016 mm t= 19mm

8. Struktur Abutmen yang direncanakan :

- Tinggi Abutmen : 5,5 m
- Lebar Abutmen : 6 x 4 m
- Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
- Mutu Baja ( $f_y$ ) : 390 MPa
- Jumlah Tiang Pancang : 6 Tiang
- Tiang pancang : Ø609,6 mm t= 12mm

9. Dari analisa struktur diperoleh penulangan elemen-elemen struktur yang diuraikan pada table berikut :

**Tabel 10. 1 Penulangan Plat Lantai *Platform* dan *Trestle***

Tipe		Mu	As perlu	Tul. pakai	As pakai	Kontrol Kemampuan Nominal
		N.mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
<b>Platform</b>	<b>Mtx</b>	$3,13 \times 10^7$	982,08	<b>D16 – 200</b>	1005	OK
	<b>Mlx</b>	$5,93 \times 10^7$	982,08	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mty</b>	$2,53 \times 10^7$	917,10	<b>D16 – 200</b>	1005	OK
	<b>Mly</b>	$7,05 \times 10^7$	1165,64	<b>D16 – 150</b>	1340	OK

Tipe		Mu	As perlu	Tul. pakai	As pakai	Kontrol Kemampuan Nominal
		N.mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
<b>Trestle</b>	<b>Mtx</b>	$6,37 \times 10^7$	1236,51	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mlx</b>	$5,76 \times 10^7$	1125,05	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mty</b>	$6,20 \times 10^7$	1335,51	<b>D16 – 150</b>	1340	OK
	<b>Mly</b>	$5,33 \times 10^7$	1141,37	<b>D16 – 150</b>	1340	OK

**Tabel 10. 2 Penulangan Balok *Platform* dan *Trestle***

Tipe Balok	Dimensi (cm)		Tul. Tumpuan			Tul. Lapangan			Web
	b	h	Tarik	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser	
B. Mem Trestle	45	70	6D19	6D19	D13-200	4D19	6D19	D13-250	2x1D19
B. Mel Trestle	45	70	6D19	6D19	D13-200	5D19	7D19	D13-200	2x1D19
B. Mem Platform	70	100	7D19	7D19	D13-200	6D19	6D19	D13-250	2x1D19
B. Mel Platform	50	80	12D19	12D19	D13-200	12D19	12D19	D13-200	2x2D19

**Tabel 10. 3 Penulangan Pile Cap**

Tipe Pile Cap	Dimensi (mm)			Penulangan Arah x	Penulangan Arah y
	P	L	h		
<b>Tipe -A</b> (Unloading Platform)	1500	1500	1000	D25-120	D25-120
<b>Tipe-B</b> (Trestel)	1000	1000	1000	D25-120	D25-120
<b>Tipe-C</b> (Catwalk)	3000	1000	1000	D25-150	D25-150



**Tabel 10. 4 Resume Penulangan Shear Ring dan Panjang Penyaluran**

<b>Struktur</b>	<i>Unloading Platform</i>	<i>Trestle</i>	<i>Breasting Dolphin 1&amp;4</i>	<i>Breasting Dolphin 2&amp;3</i>	<i>Catwalk</i>
<b>Lebar</b>	1500 mm	1000 mm	5000 mm	5000 mm	3000 mm
<b>Tinggi</b>	1000 mm	1000 mm	2000 mm	2000 mm	1000 mm
<b>Dia. Tiang</b>	812,8 mm	609,6 mm	1016 mm	1016 mm	508 mm
<b>Dia Tul. Poer</b>	25 mm	25 mm	29 mm	29 mm	25 mm
<b>P<sub>Kerja</sub> (cabut)</b>	0 N	0 N	$1,12 \times 10^5$ N	$8,69 \times 10^5$ N	0 N
<b>Tulangan Isian Pancang</b>	12 D25	8 D25	23 D25	16 D25	8 D25
<b>Shear Ring</b>	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm	Ø 13 – 200 mm
<b>Panjang Penyaluran Tekan</b>	400 mm	400 mm	450 mm	450 mm	400 mm
<b>Panjang Penyaluran Tarik</b>	1000 mm	1000 mm	1500 mm	1500 mm	1000 mm
<b>Base Plate</b>	4Ø10	4Ø10	8Ø10	8Ø10	8Ø10

10. Struktur Atas ditumpu oleh tiang pancang pipa baja. Berikut disajikan resume daya dukung tiang pancang tiap struktur.

**Tabel 10. 5 Resume Daya Dukung Tiang**

**DDT Abutmen**

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	609.6	45	168.7507	60.222439	6.8131107	253.126	120.444877	10.2197	113.8	0	5.12	118.6	0	5.29
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	609.6	45	168.7507	60.222439	6.8131107	253.126	120.444877	10.2197	26.773	6.91	4.62	29.93	3.76	4.77
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**DDT Breasting Dolphin 1 & 4**

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	1016	40	319.883904	76.692234	12.49657	479.826	153.384469	18.7449	200.78	0	0	288.48	111.648	7.238
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN						TERJADI					
			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	1016	40	319.883904	76.692234	12.49657	479.826	153.384469	18.7449	59.35	0	3.892	224.196	70.72	8.0059
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

### DDT Unloading Platform

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
	(mm)	(m)	Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	812.8	35	176.0706	34.342502	9.584805	264.106	68.6850032	14.3772	74.15	0	0.2	118.75	0	4.04
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

### DDT Mooring Dolphin

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
	(mm)	(m)	Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	711.2	47	236.1156	90.239002	13.360877	354.173	180.478005	20.0413	140.354	0	1.27	254.687	152.42	5.59
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

### DDT Breasting Dolphin 2 & 3

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
	(mm)	(m)	Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Miring	1016	39	309.7764	70.627704	12.49657	464.665	141.255408	18.74486	198.77	14.89	5.862	267.53	86.9	8.93
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK
Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
	(mm)	(m)	Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	1016	39	309.7764	70.627704	12.49657	464.665	141.255408	18.74486	200.25	0	4.46	132.19	85.2991	7.75
Σ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

**DDT Trestel**

Jenis Tiang	Diameter	L	PERSYARATAN						TERJADI					
	(mm)	(m)	Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)			Beban Tetap (t)			Beban Sementara (t)		
			P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha	P tekan	P cabut	Ha
Tiang Tegak	812.8	34	98.00457	21.168624	6.8131107	147.007	42.3372472	10.2197	31.74	0	0.19	57.424	0	1.93
$\Sigma$ Kontrol (Persyaratan > Terjadi)									OK	OK	OK	OK	OK	OK

## 11. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pada pembangunan dermaga curah cair ini dimulai dengan pembuatan direksi keet dan juga lahan untuk *stockyard* yang berada pada sisi darat dari rencana pembangunan dermaga. Pada pekerjaan persiapan diatas alat-alat yang dibutuhkan adalah *excavator* dan *dump truck*. Setelah pekerjaan persiapan telah dilakukan selanjutnya dilakukan pekerjaan struktur pertama yaitu struktur abutment sebagai penahan jembatan penghubung (trestle) menuju *platform*.

Pada pekerjaan abutmen dilakukan pemancangan terlebih dahulu sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Setelah itu dilakukan pemasangan *sheet piles* untuk menahan tanah saat dilakukan penggalian. Setelah itu dilakukan pekerjaan *dewatering* agar area kerja bebas dari air saat dilakukan pengecoran abutment.

Setelah abutment selesai dikerjakan, selanjutnya dilakukan pemancangan pada struktur trestle, *platform*, *dolphin* dan *catwalk*. Alurnya yaitu pengangkutan tiang pancang dari *stockyard* menggunakan kapal ponton, *mobile crane* dan *crawler crane* pada area pengangkutan yang telah ditentukan. Setelah tiba pada titik-titik pancang, dilakukan pemancangan dengan menggunakan alat *diesel hammer*, kapal ponton, *crawler crane* dan juga menggunakan bantuan surveyor *theodolite* untuk menentukan titik pancang yang pas.

Setelah pemancangan selesai, dilakukan pekerjaan *pile cap* pada *dolphin*, *platform*, *catwalk* dan trestle dengan langkah-langkah pemasangan tulangan, pemasangan bekisting dan pengecoran.

Pekerjaan setelah *pile cap* yaitu pekerjaan pemasangan tulangan balok dan plat lantai, lalu dipasang bekisting untuk selanjutnya dilakukan pengecoran *finishing*.

## 12. Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian	Biaya	Jumlah	Total
1	Pekerjaan Persiapan	Rp958,219,206.55	1	Rp958,219,206.55
2	Pembuatan Unloading Platform	Rp6,040,164,999.13	1	Rp6,040,164,999.13
3	Pembuatan Trestel	Rp4,316,083,001.69	1	Rp4,316,083,001.69
4	Pembuatan Mooring Dolphin	Rp1,051,814,562.79	4	Rp4,207,258,251.16
5	Pembuatan Breasting Dolphin 1 & 4	Rp3,191,031,553.48	2	Rp6,382,063,106.95
6	Pembuatan Breasting Dolphin 2 & 3	Rp2,502,664,391.12	2	Rp5,005,328,782.23
7	Pembuatan Abutmen	Rp1,437,798,199.62	1	Rp1,437,798,199.62
8	Pembuatan Catwalk	Rp234,893,099.24	6	Rp1,409,358,595.47
<b>Jumlah Total</b>				Rp29,756,274,142.80
<b>Ppn 10 %</b>				Rp297,562,741.43
<b>Total + Ppn</b>				Rp30,053,836,884.22
<b>Jumlah Total (Dibulatkan)</b>				Rp30,053,840,000.00

Rencana anggaran biaya total untuk pembangunan dermaga ini adalah sebesar Rp30.053.840.000,-

## DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmodjo. 2009. **Perencanaan Pelabuhan.**

*Japan Port and Harbour Association.* 2002 : ***Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan.*** Tokyo : Overseas Coastal Area Development Institute of Japan

Nakazawa, Kazuto. et. al. 2000. **Mekanika Tanah & Teknik Pondasi.** Terjemahan L. Taulu dkk. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

***Marine Fender Design Manual.*** Catalogue Bridgestone.

*Maritime Sector Development Programme.* 1984 : ***Standart Design and Criteria for Ports in Indonesia.*** Jakarta : Directorate General of Sea Communication.

*Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) 03-2833-2013,*  
***Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa.*** 2013.  
Bandung : Badan Standardisasi Nasional.

Soedjono Kramadibarata. 2002. **Perencanaan Pelabuhan.**

*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2013 tentang****Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.*** 2013. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

*Standar Nasional Indonesia (SNI) T-12-2004 tentang*  
***Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan.*** 2004.  
Badan Standardisasi Nasional.

# DAFTAR GAMBAR PERENCANAAN

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR	JUMLAH
1	PETA BATHYMETRI DAN LOKASI DERMAGA	1 : 800	1	
2	LAYOUT PLAN DERMAGA CURAH CAIR	1 : 700	2	
3	TAMPAK DEPAN DERMAGA	1 : 700	2	
4	POTONGAN MELINTANG PLATFORM	1 : 150	3	
5	POTONGAN MELINTANG TRESTLE	1 : 150	4	
6	DENAH PELAT PLATFORM	1 : 100	5	
7	DENAH BALOK PLATFORM	1 : 100	6	
8	DENAH PILE DAN PILECAP PLATFORM	1 : 100	7	
9	DENAH PELAT TRESTLE	1 : 150	8	
10	DENAH BALOK TRESTLE	1 : 150	9	
11	DENAH PILE DAN PILE CAP TRESTEL	1 : 150	10	
12	PENULANGAN PLAT PLATFORM	1 : 100	11	
13	DENAH PENULANGAN PLAT A1 PLATFORM	1 : 50	12	
14	POTONGAN 4 PLAT A1 PLATFORM	1 : 50	12	
15	POTONGAN 5 PLAT A1 PLATFORM	1 : 50	12	
16	DENAH PENULANGAN PLAT A2 PLATFORM	1 : 50	13	
17	POTONGAN 6 PLAT A2 PLATFORM	1 : 50	13	
18	POTONGAN 7 PLAT A2 PLATFORM	1 : 50	13	
19	PENULANGAN BALOK MELINTANG PLATFORM	1 : 25	14	
20	PENULANGAN BALOK MEMANJANG PLATFORM	1 : 25	15	

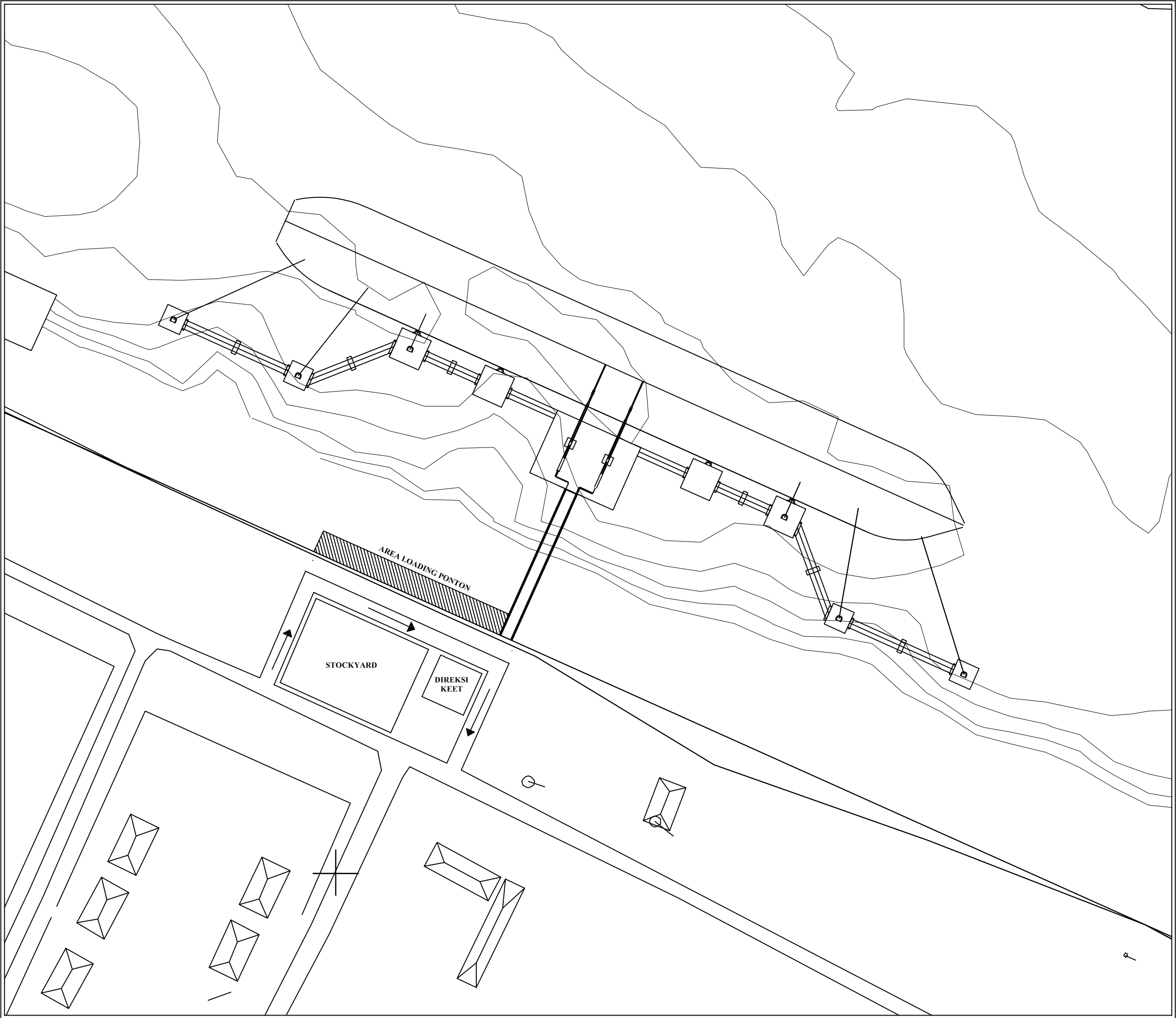
NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR	JUMLAH
21	DENAH PILECAP PLATFORM (PC1)	1 : 20	16	
22	POTONGAN 8	1 : 20	16	
23	POTONGAN 9	1 : 20	16	
24	PENULANGAN PELAT TRESTLE	1 : 150	17	
25	DENAH PENULANGAN PLAT A3 TRESTLE	1 : 50	18	
26	POTONGAN 10 PLAT A3 TRESTLE	1 : 50	18	
27	POTONGAN 11 PLAT A3 TRESTLE	1 : 50	18	
28	DENAH PENULANGAN PLAT A4 TRESTLE	1 : 50	19	
29	POTONGAN 12 PLAT A4 TRESTLE	1 : 50	19	
30	POTONGAN 13 PLAT A4 TRESTLE	1 : 50	19	
31	PENULANGAN BALOK MELINTANG TRESTLE	1 : 25	20	
32	PENULANGAN BALOK MEMANJANG TRESTLE	1 : 25	21	
33	DENAH PILECAP TRESTLE (PC2)	1 : 20	22	
34	POTONGAN 14	1 : 20	22	
35	POTONGAN 15	1 : 20	22	
36	DENAH PILE DAN PENULANGAN PILECAP ABUTMENT	1 : 50	23	
37	POTONGAN 16	1 : 50	23	
38	POTONGAN 17	1 : 50	23	
39	DENAH WINGWALL	1 : 50	24	
40	DENAH PENULANGAN WINGWALL	1 : 50	24	



# DAFTAR GAMBAR PERENCANAAN

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR	JUMLAH
41	POTONGAN 18	1 : 50	24	
42	POTONGAN 19	1 : 50	24	
43	TAMPAK DEPAN FENDER SM800H	1 : 50	25	
44	TAMPAK SAMPING FENDER SM800H	1 : 50	25	
45	TAMPAK ATAS FENDER SM800H	1 : 50	25	
46	DETAIL BOLLARD 50T	1 : 25	25	
47	TAMPAK SAMPING MOORING DOLPHIN	1 : 75	26	
48	DENAH PILE MOORING DOLPHIN	1 : 75	26	
49	REBAR ARRANGEMENT MOORING DOLPHIN	1 : 50	27	
50	POTONGAN 20	1 : 50	28	
51	POTONGAN 21	1 : 25	28	
52	DENAH PILE BREASTING DOLPHIN 1 & 4	1 : 100	29	
53	TAMPAK DEPAN DAN SAMPING BD 1 & 4	1 : 75	29	
54	REBAR ARRANGEMENT BD 1 & 4	1 : 50	30	
55	POTONGAN 22	1 : 50	31	
56	POTONGAN 23	1 : 50	31	
57	POTONGAN 24	1 : 25	31	
58	DENAH PILE BREASTING DOLPHIN 2 & 3	1 : 100	32	
59	TAMPAK DEPAN DAN SAMPING BD 2 & 3	1 : 75	32	
60	REBAR ARRANGEMENT BD 2 & 3	1 : 50	33	

[illegible]



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

BATHYMETRI

1 : 800

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

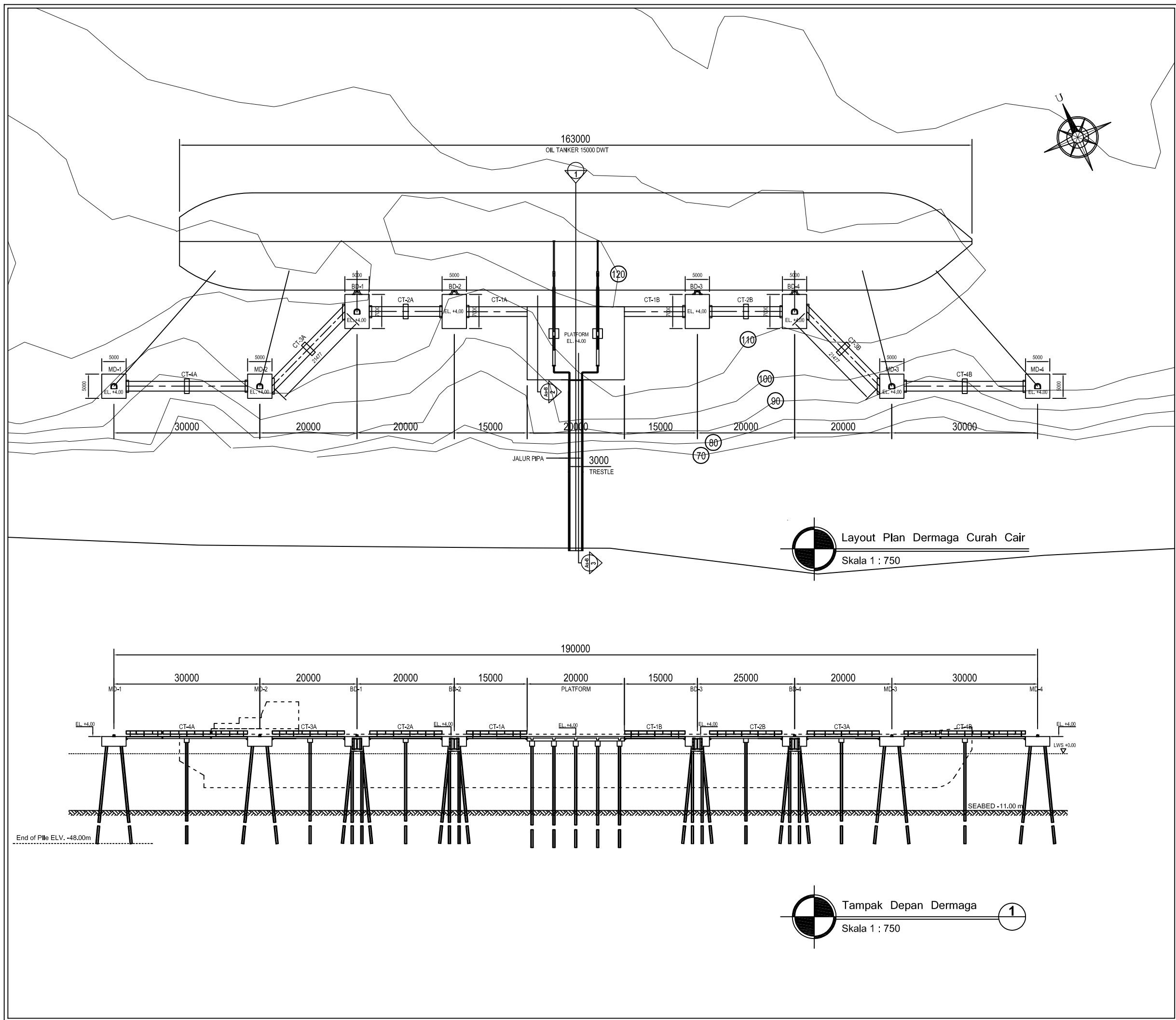
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
ARS	37	1



JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

LAYOUT PLAN	1 : 750
-------------	---------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

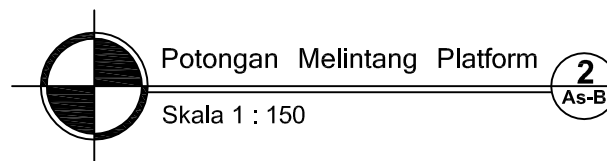
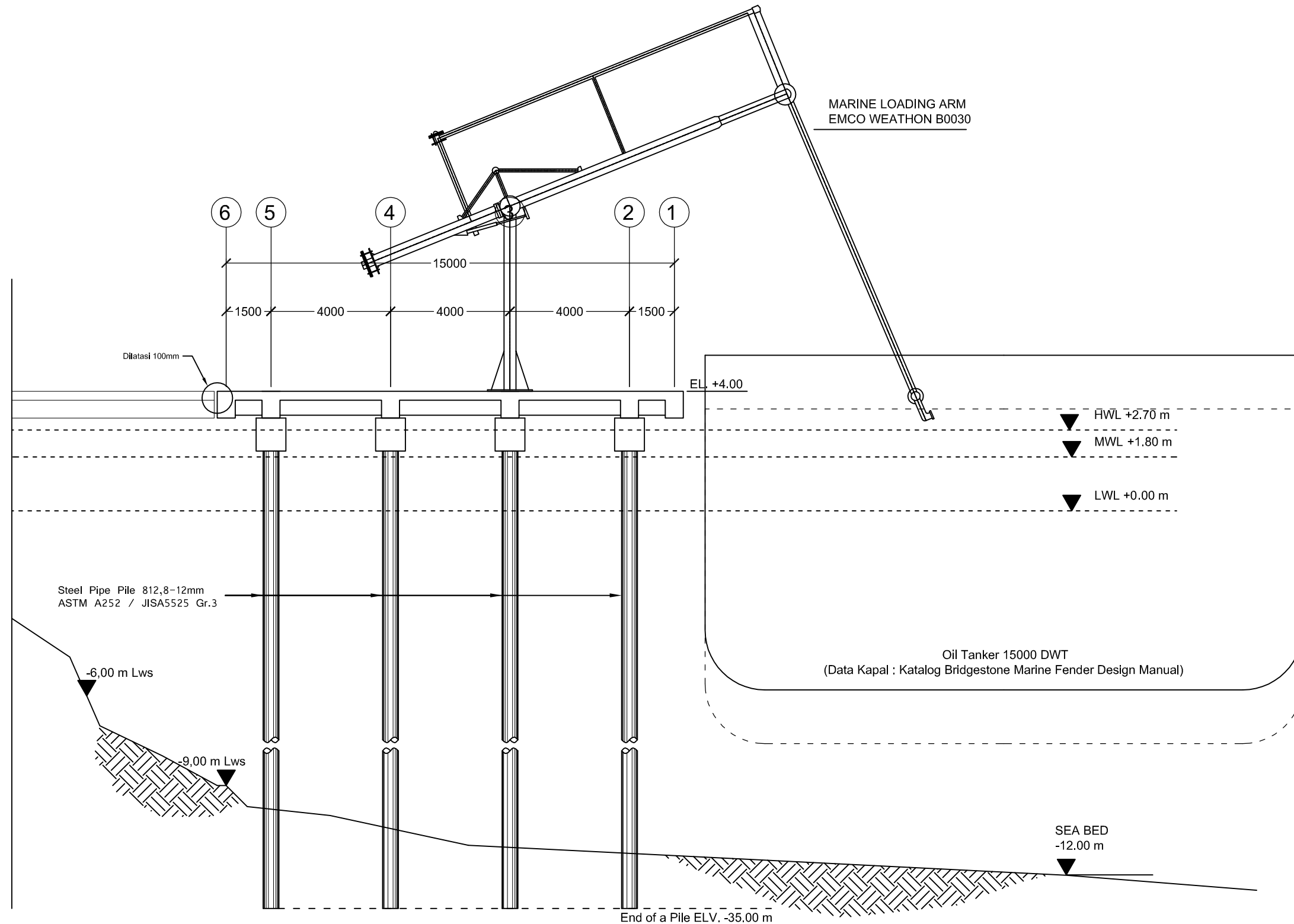
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
ARS	37	2



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

POTONGAN 2	1 : 150
------------	---------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	3



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

POTONGAN 3	1 : 150
------------	---------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

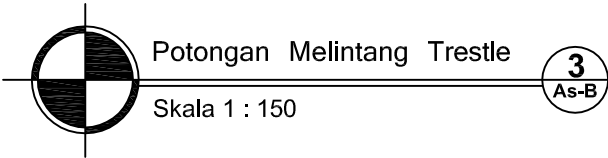
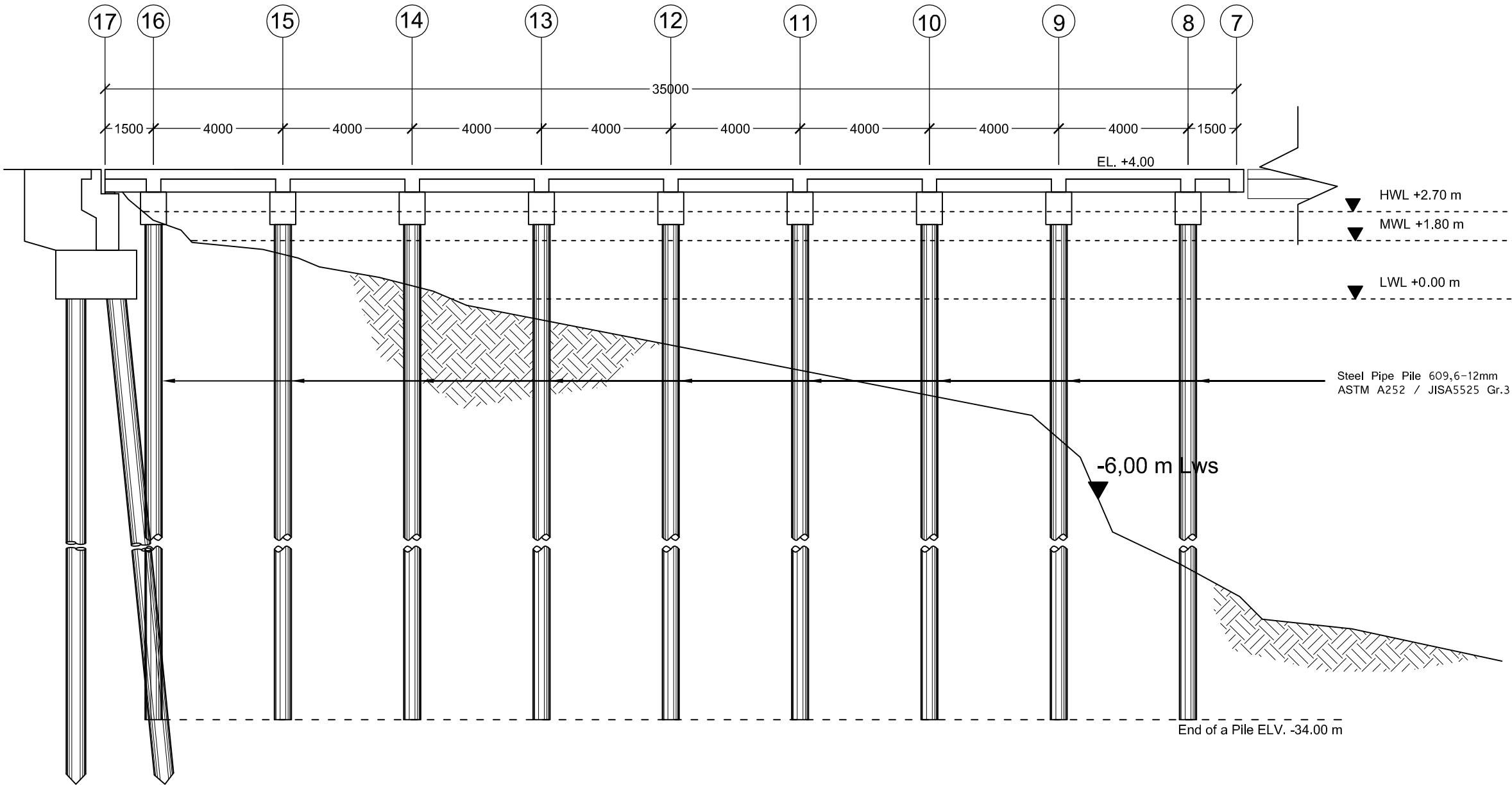
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

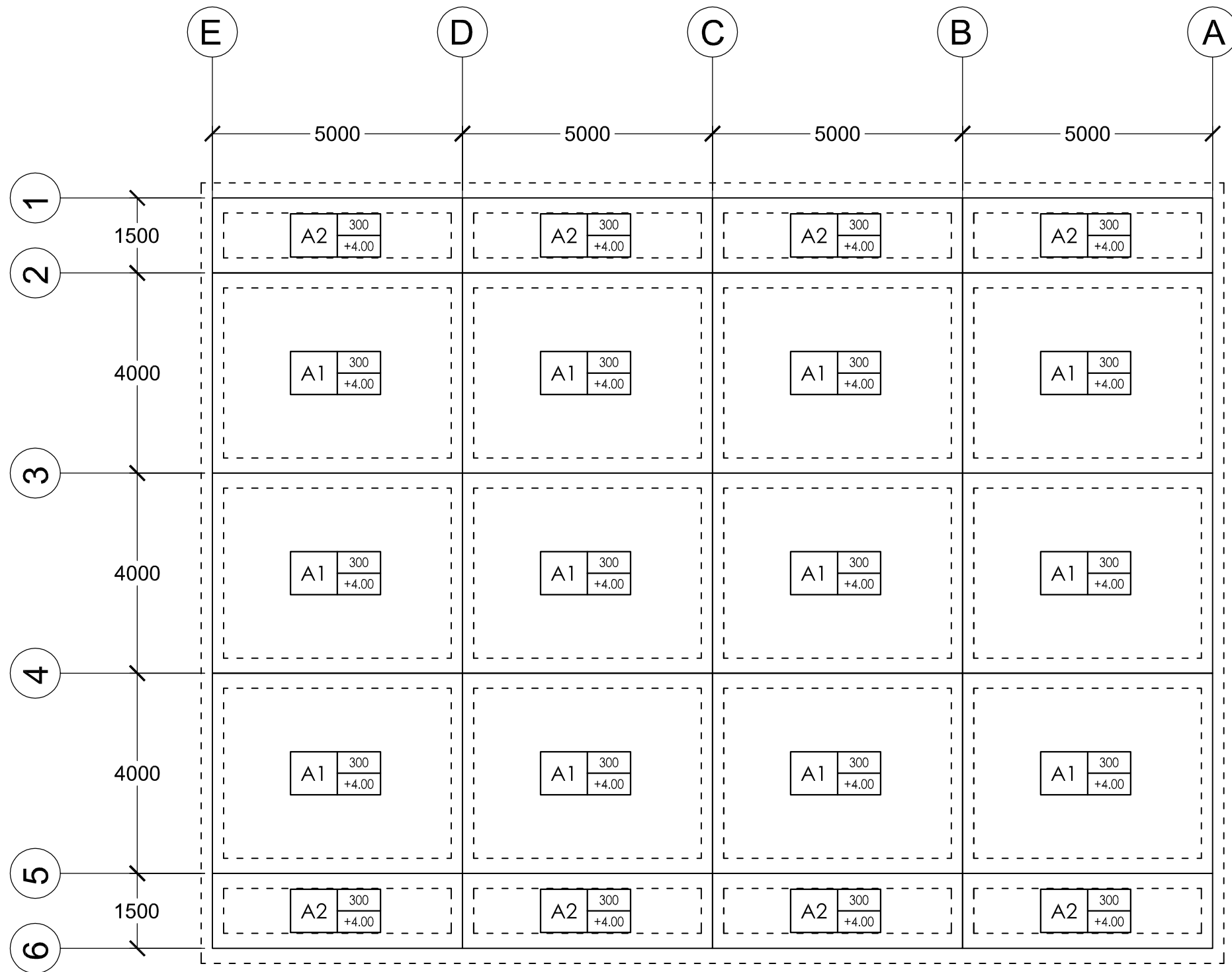
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

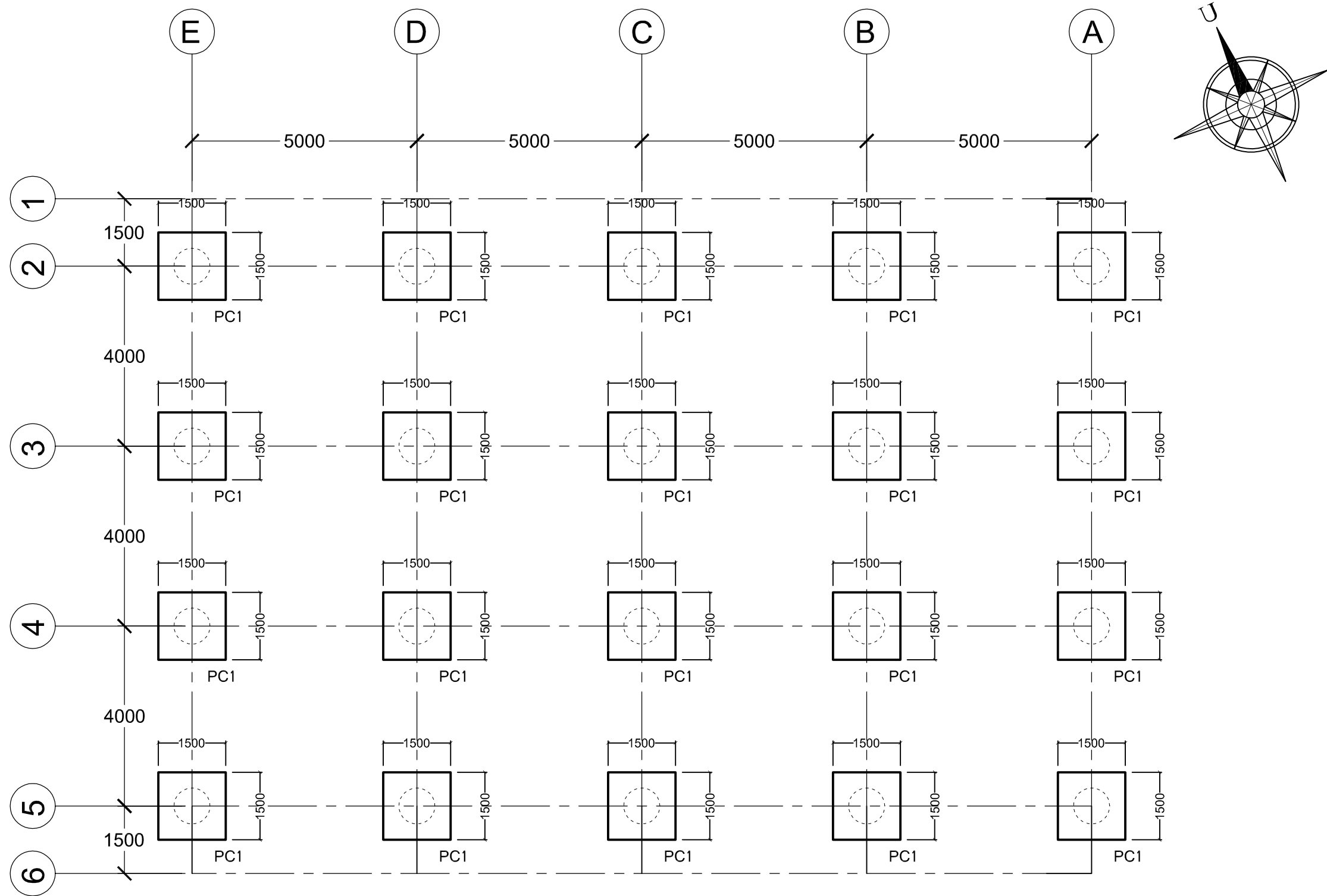
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	4



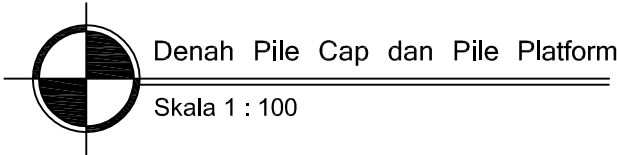


Denah Pelat Lantai Platform  
Skala 1 : 100

<div></div> <div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>		
JUDUL TUGAS AKHIR		
DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU, PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA		
KETERANGAN		
A1 = 5000 x 4000 x 300 A2 = 5000 x 1500 x 300		
REVISI		
NO.	TGL.	DETAIL REVISI
JUDUL GAMBAR		SKALA GAMBAR
DENAH PELAT LANTAI PLATFORM		1 : 100
DIGAMBAR OLEH		
RINDIANTO RAHMATULLAH NRP 101113 10000 051		
MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I		
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD. NIP. 19620328 198803 1 001		
MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II		
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 002		
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	5



PILE TYPE	SPP1	
	STEEL PIPE PILE Ø 812,8 - 12 mm	
GAMBAR		
Mutu bahan	ASTM A252 Gr.3	
Tegak / miring	48 m	-
Jumlah	20 buah	



JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

PC1 = Pile Cap Type A  
1500 x 1500 x 1000  
Lokasi : Unloading Platform  
Jumlah : 20 buah

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DENAH PILE  
DAN PILECAP  
PLATFORM  
1 : 100

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

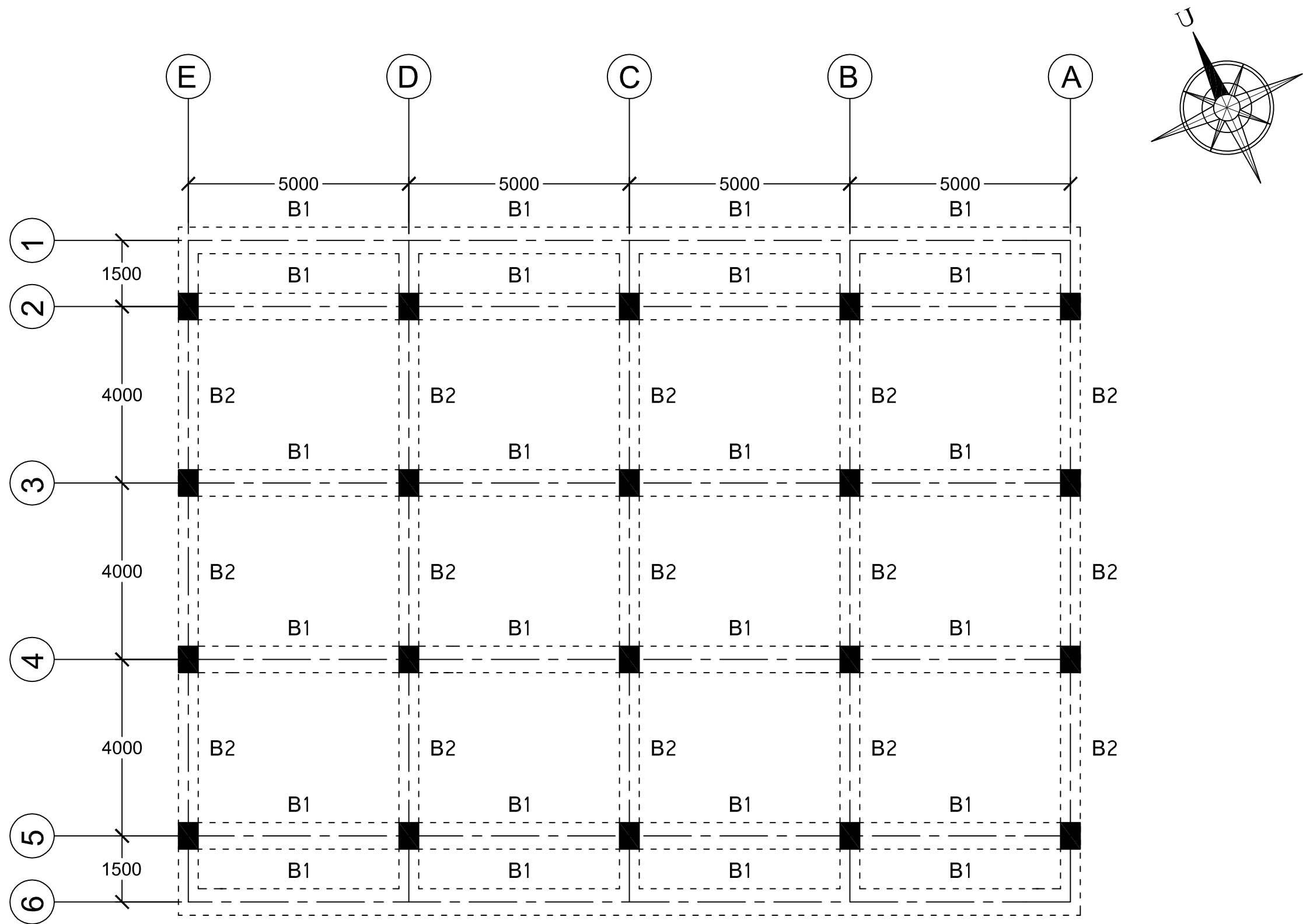
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

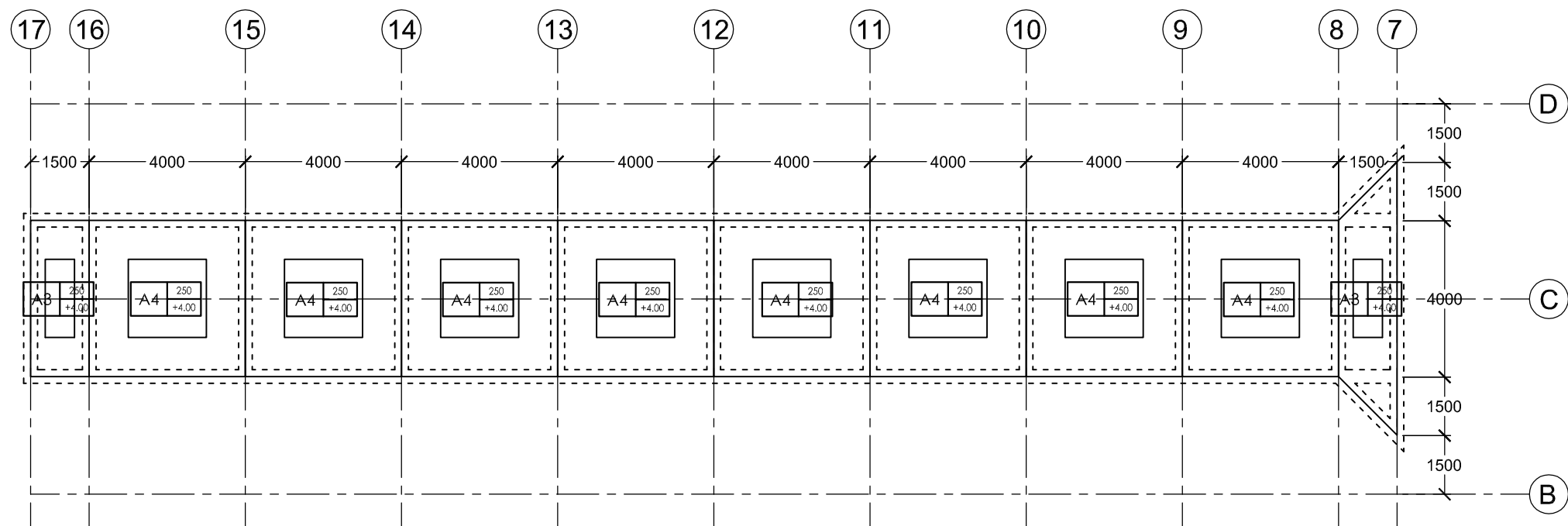
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	6



Denah Balok Platform  
Skala 1 : 100

<div></div> <div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>			
JUDUL TUGAS AKHIR			
DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU, PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA			
KETERANGAN			
B1     = Balok Memanjang ULP 700 x 1000  B2     = Balok Melintang ULP 500 x 800			
REVISI			
NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF
JUDUL GAMBAR		SKALA GAMBAR	
DENAH BALOK PLATFORM		1 : 100	
DIGAMBAR OLEH			
<u>RINDIANTO RAHMATULLAH</u> NRP 101113 10000 051			
MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I			
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD. NIP. 19620328 198803 1 001			
MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II			
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 002			
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR	
STR	37	7	





Denah Pelat Lantai Trestel  
Skala 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

A3 = 1500 x 4000 x 250  
A4 = 4000 x 4000 x 250

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DENAH PELAT LANTAI TRESTEL	1 : 150
-------------------------------	---------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	8



**JUDUL TUGAS AKHIR**

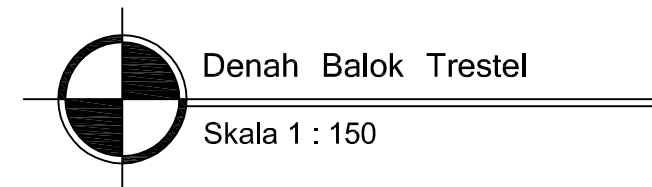
## KETERANGAN

REVISI

JUDUL GAMBAR	SKALA GAMBAR
--------------	--------------

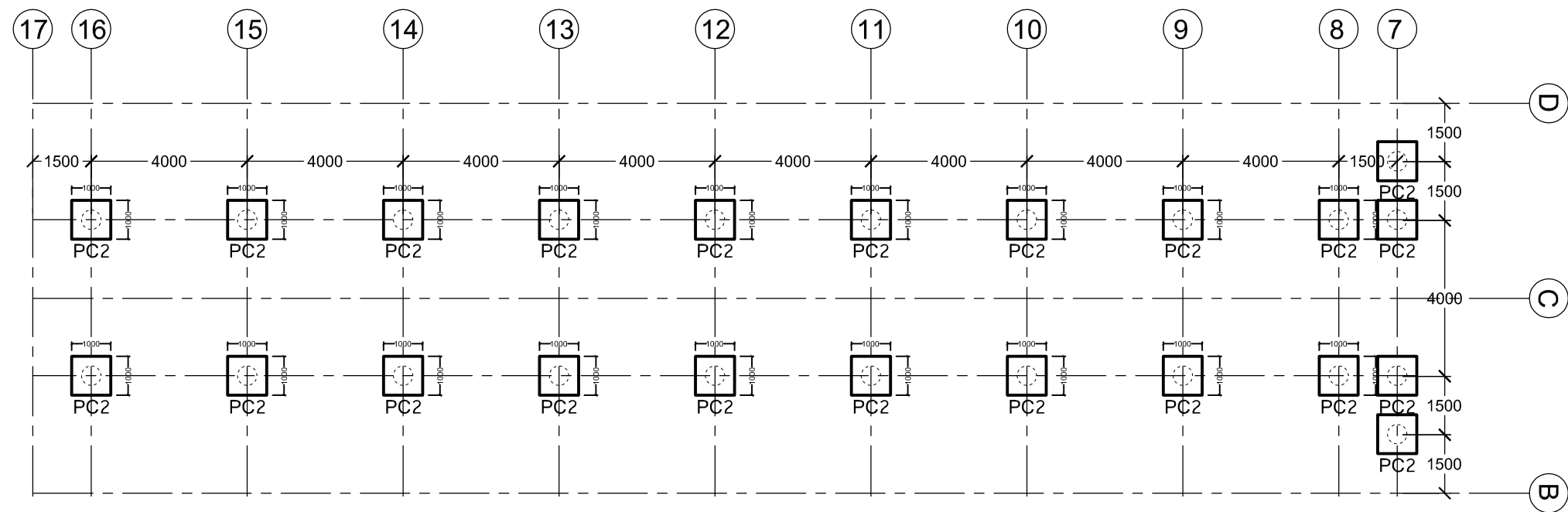
**1 : 150**

9

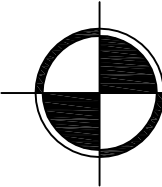


### Denah Balok Trestel

Skala 1 : 150



PILE TYPE	SPP2	
	STEEL PIPE PILE Ø 609 - 12 mm	
GAMBAR		
	Mutu bahan	
	ASTM A252 Gr.3	
	Tegak / miring	
	45 m	
	-	
	Jumlah	
	22 buah	


**Denah Pile dan Pile Cap Trestel**  
 Skala 1 : 150

**JUDUL TUGAS AKHIR**

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
 15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
 PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
 DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
 DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

**KETERANGAN**

PC2 = Pile Cap Type B  
 1000 x 1000 x 1000  
 Lokasi : Trestle  
 Jumlah : 22 buah

**REVISI**

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

**JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR**

DENAH PILE DAN  
 PILECAP TRESTEL

1 : 150

**DIGAMBAR OLEH**

RINDIANTO RAHMATULLAH  
 NRP 101113 10000 051

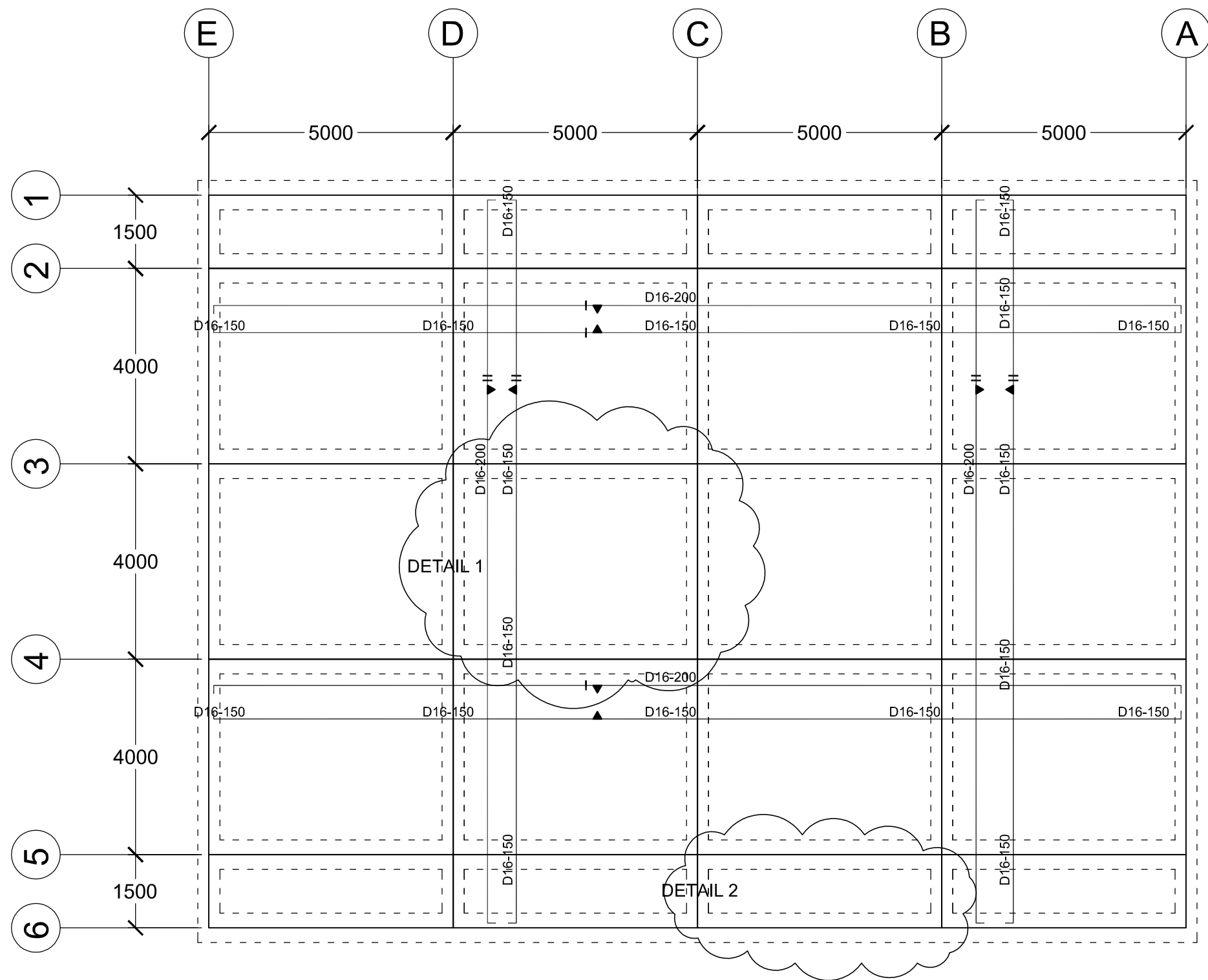
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
 DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
 NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
 DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
 NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	10



Penulangan Pelat Lantai Platform  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

A1 = 5000 x 4000 x 300  
A2 = 5000 x 1500 x 300

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN  
PELAT  
LANTAI PLATFORM 1 : 100

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	11



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN PLAT A1 PLATFORM	1 : 50
--------------------------------	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

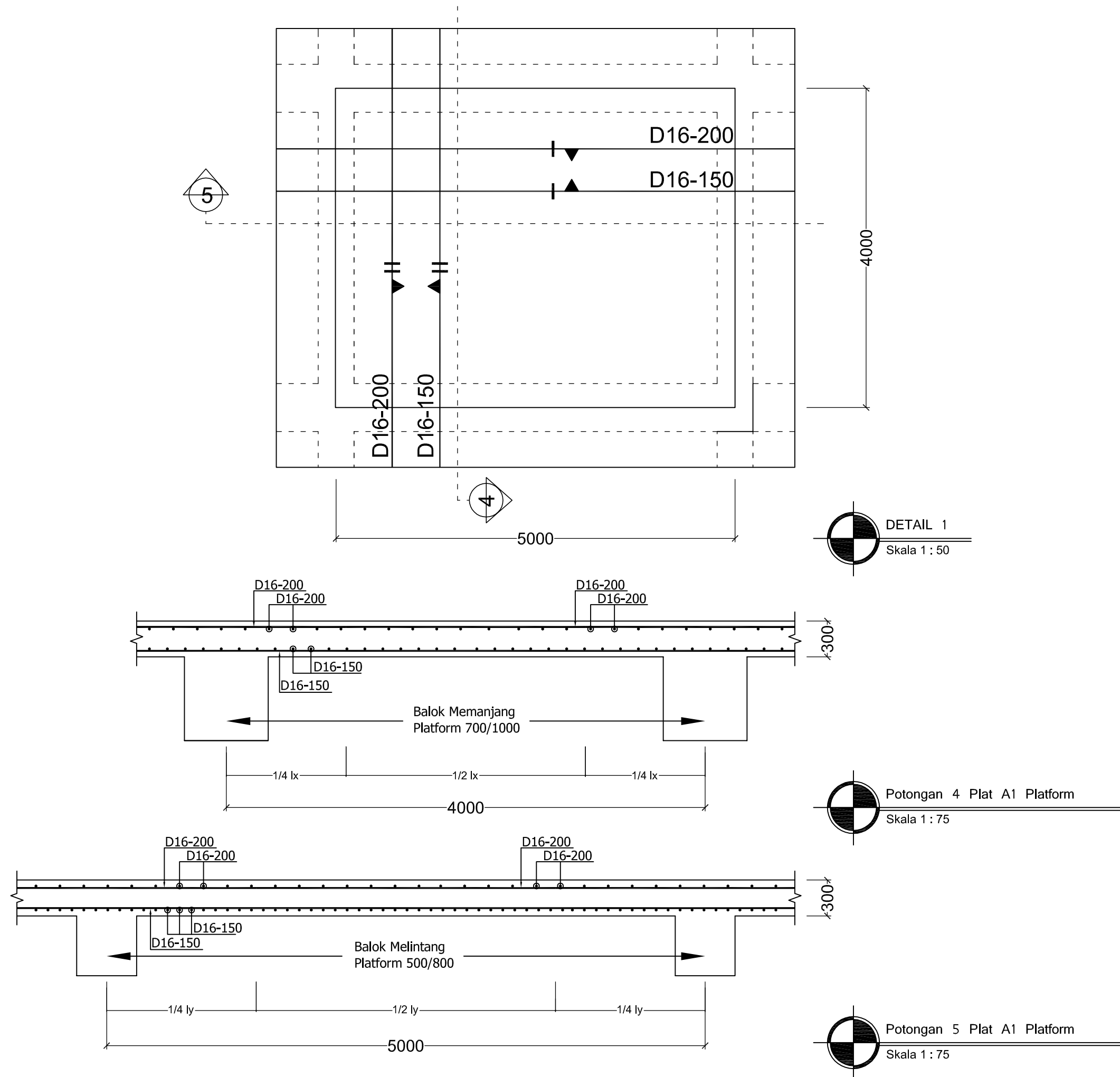
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	12





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN PLAT A2 PLATFORM	1 : 50
--------------------------------	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

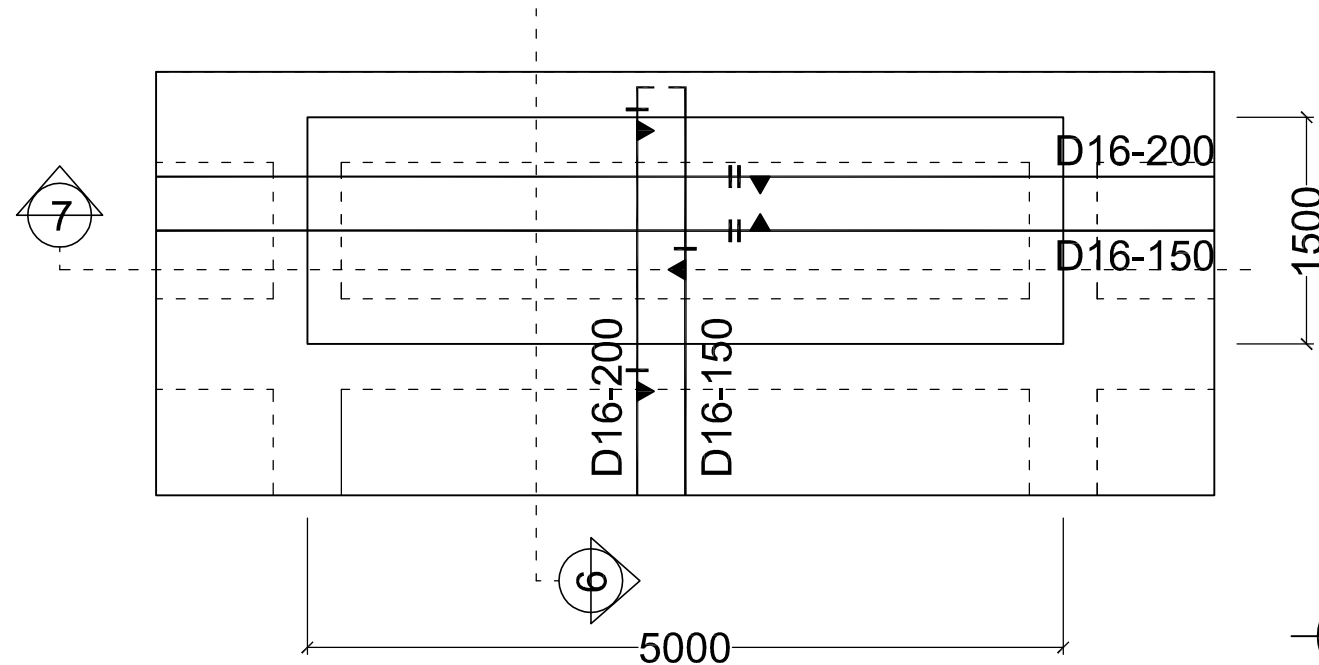
### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II

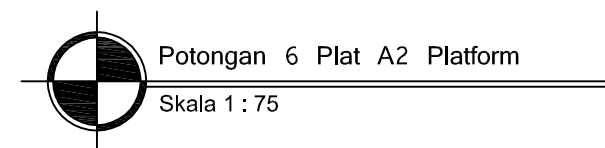
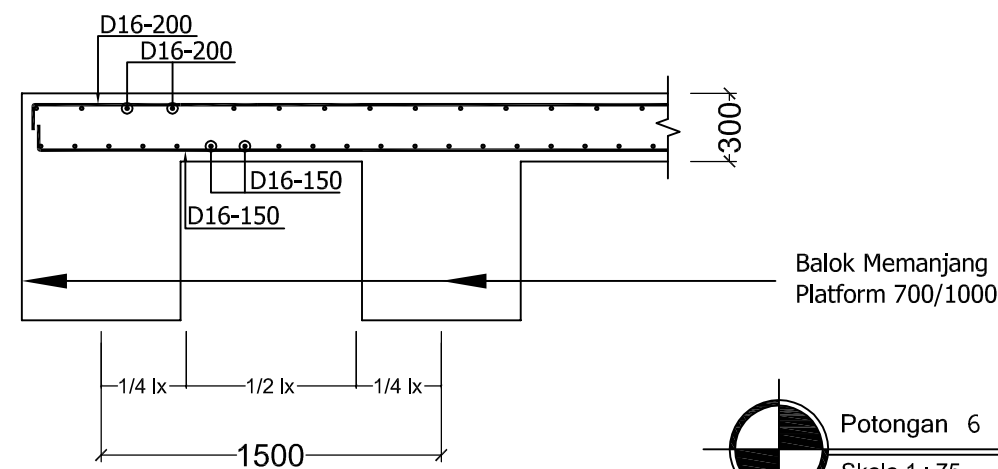
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	13



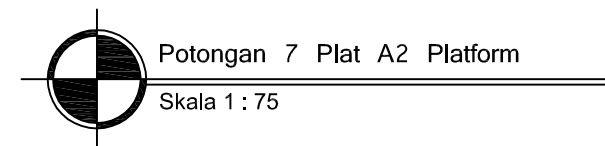
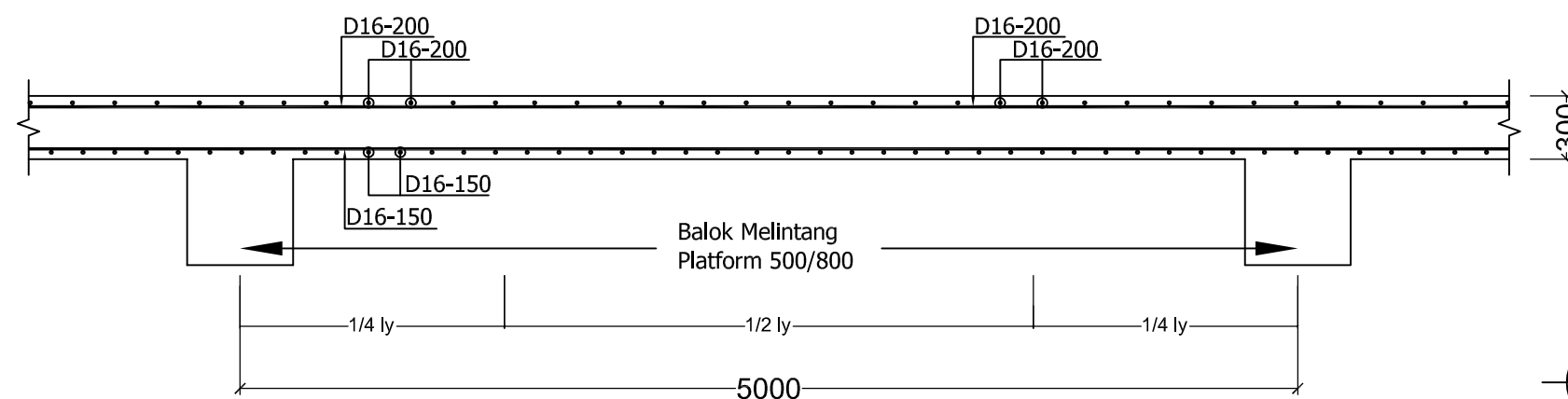
DETAIL 2

Skala 1 : 50



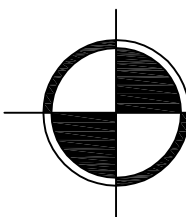
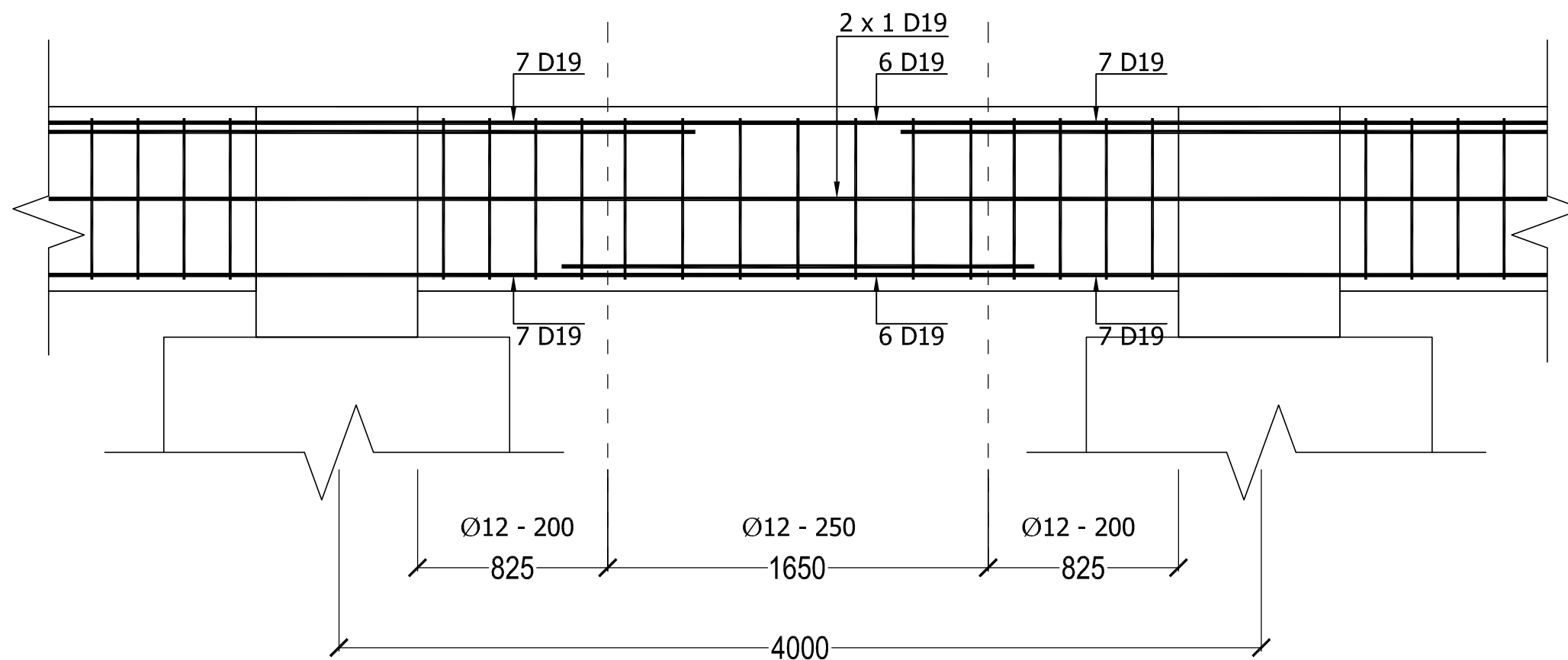
Potongan 6 Plat A2 Platform

Skala 1 : 75



Potongan 7 Plat A2 Platform

Skala 1 : 75



Penulangan Balok Melintang Platform

Skala 1 : 25

BEAM SCHEDULE

BEAM TYPE	BALOK MELINTANG PLATFORM	
	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR		
Dimension	500X800	
Tul. Atas	7 D19	6 D19
Tul. Badan	2 x1 D19	2 x 1 D19
Tul Bawah	7 D19	6 D19
Sengkang	Ø12 - 200	Ø12 - 250



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

fc' = 35 MPa  
fy = 390 MPa  
  
Tebal decking = 50 mm  
Lokasi : B2 (Balok Melintang Platform)

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN  
BALOK  
MELINTANG  
PLATFORM  
  
1 : 25

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

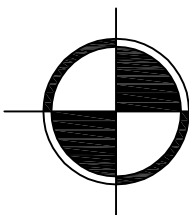
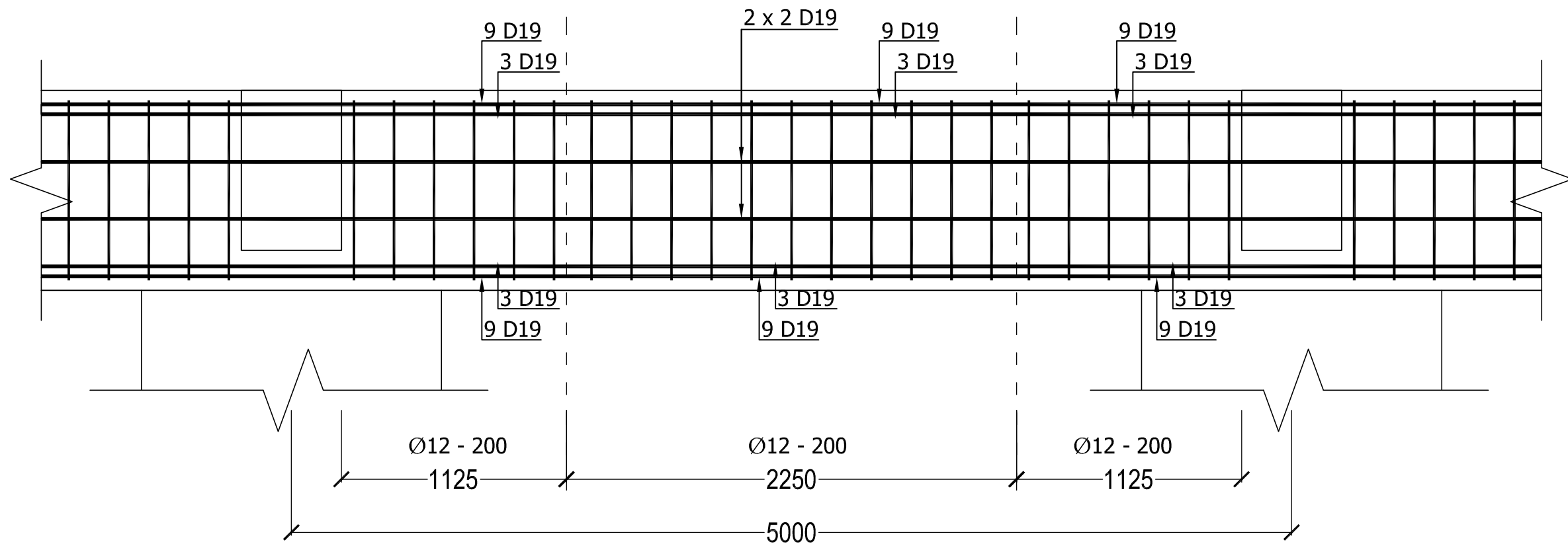
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	14



Penulangan Balok Memanjang Platform

Skala 1 : 25

## BEAM SCHEDULE

BEAM TYPE	BALOK MEMANJANG PLATFORM	
	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR		
Dimension	700X1000	
Tul. Atas	12 D19	12 D19
Tul. Badan	2 x 2 D19	2 x 2 D19
Tul Bawah	12 D19	12 D19
Sengkang	3 Ø12 - 200	3 Ø12 - 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

$f_c' = 35 \text{ MPa}$   
 $f_y = 390 \text{ MPa}$

Tebal decking = 50 mm  
Lokasi : B1 (Balok Memanjang Platform)

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN BALOK MEMANJANG PLATFORM	1 : 25
--	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

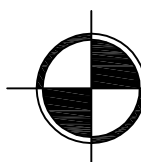
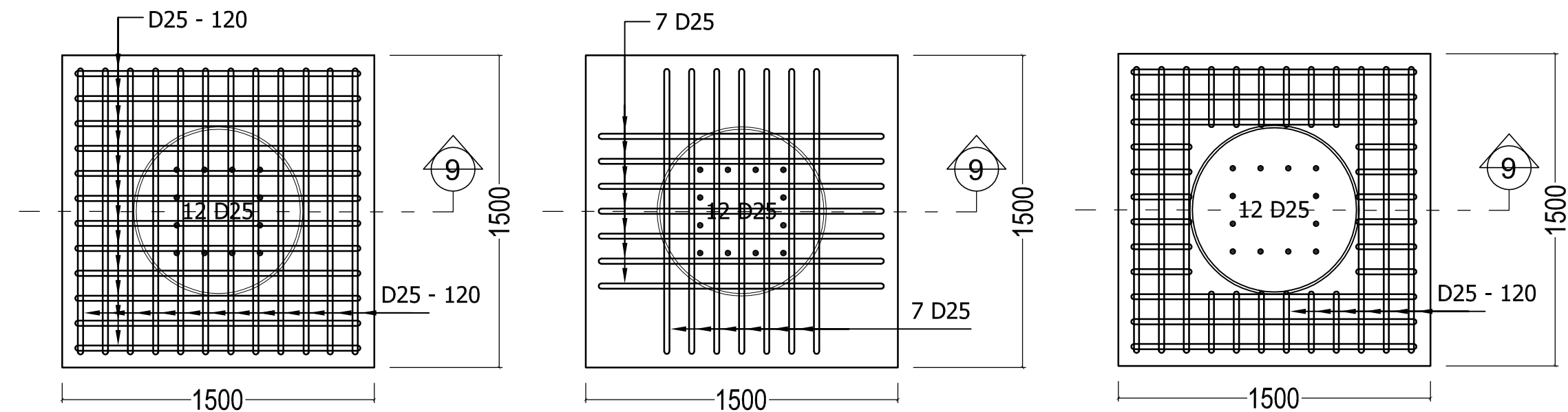
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

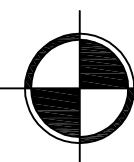
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	15

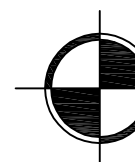




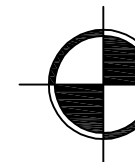
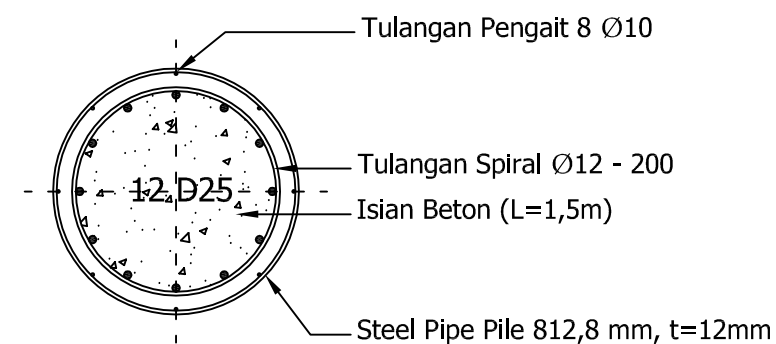
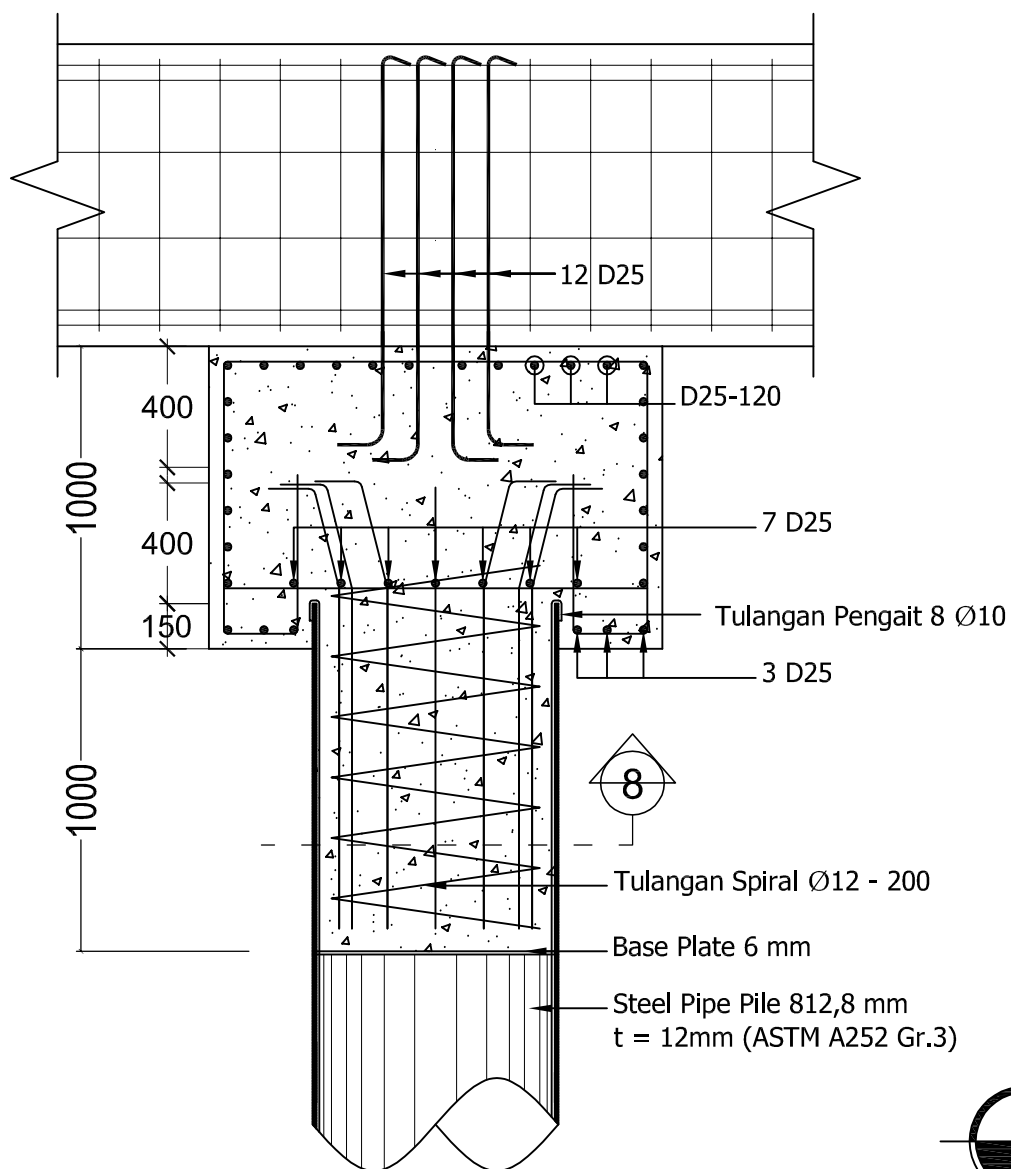
Top Rebar Pile Cap Platform (PC1)  
Skala 1 : 25



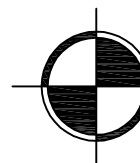
Middle Rebar Pile Cap Platform (PC1)  
Skala 1 : 25



Bottom Rebar Pile Cap Platform (PC1)  
Skala 1 : 25



Potongan 8  
Skala 1 : 25



Potongan 9  
Skala 1 : 25



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN STRUKTUR BAWAH PLATFORM	1 : 20
--	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

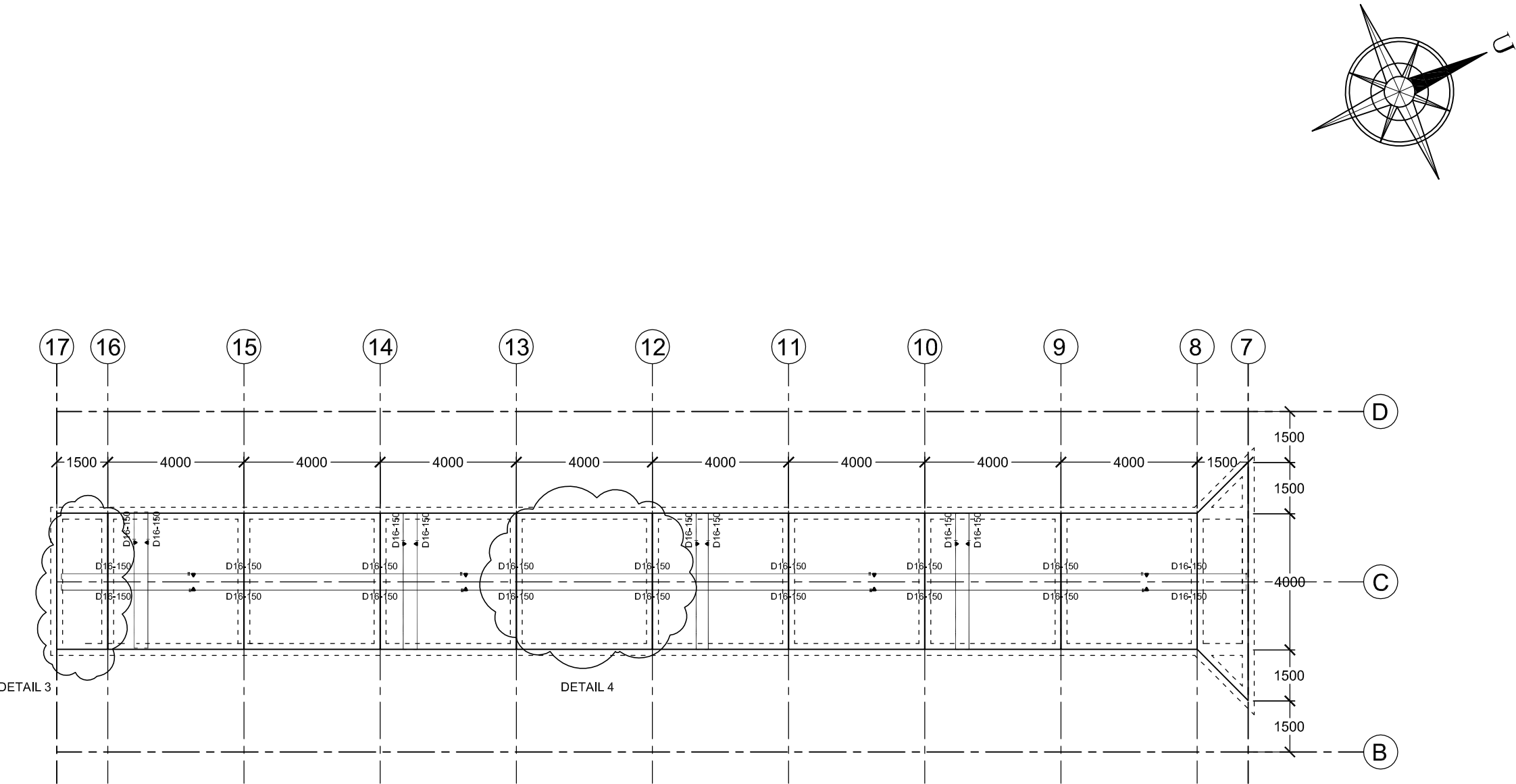
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	16



Penulangan Pelat Lantai Trestel  
Skala 1 : 150

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

A3 = 1500 x 4000 x 250  
A4 = 4000 x 4000 x 250

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN  
PELAT  
LANTAI TRESTEL  
1 : 150

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	17



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN PLAT A3 TRESTEL	1 : 50
-------------------------------	--------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

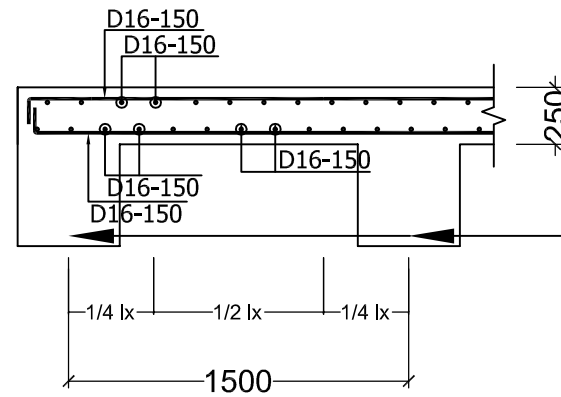
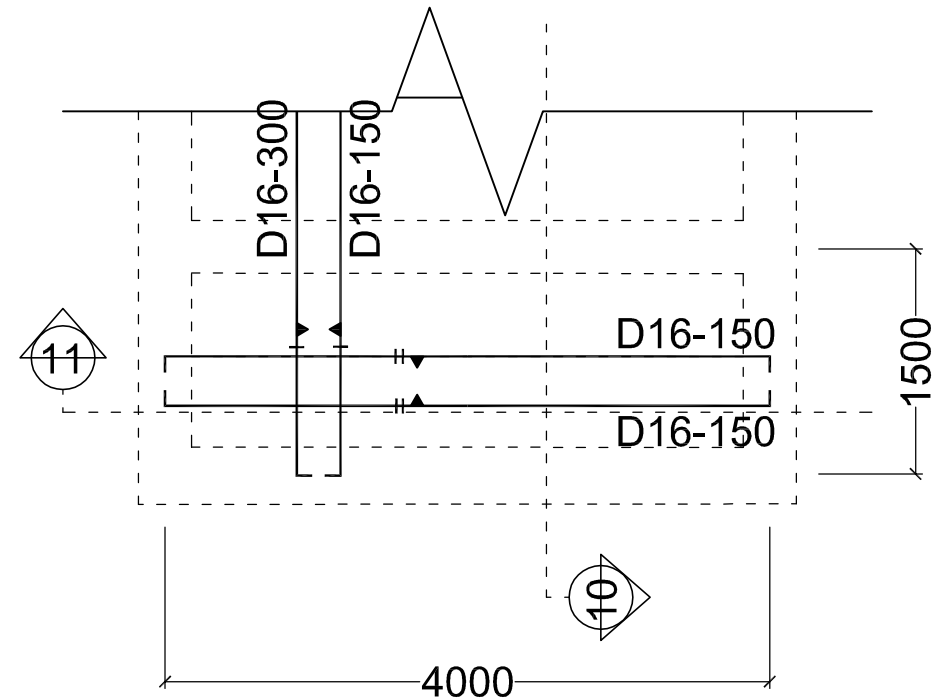
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

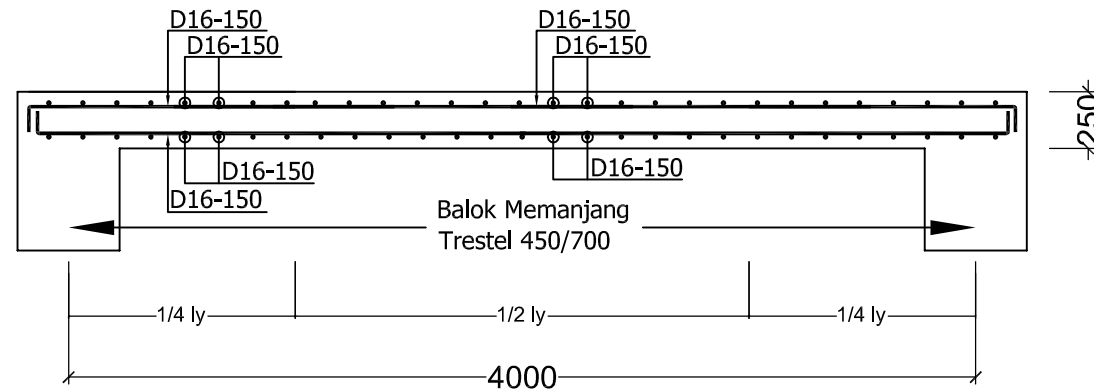
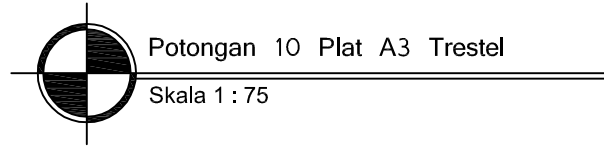
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

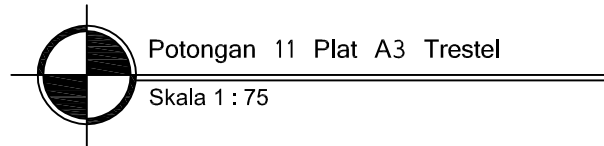
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	18



Balok Melintang  
Trestel 450/700



Balok Memanjang  
Trestel 450/700





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN PLAT A4 TRESTEL	1 : 50
-------------------------------	--------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

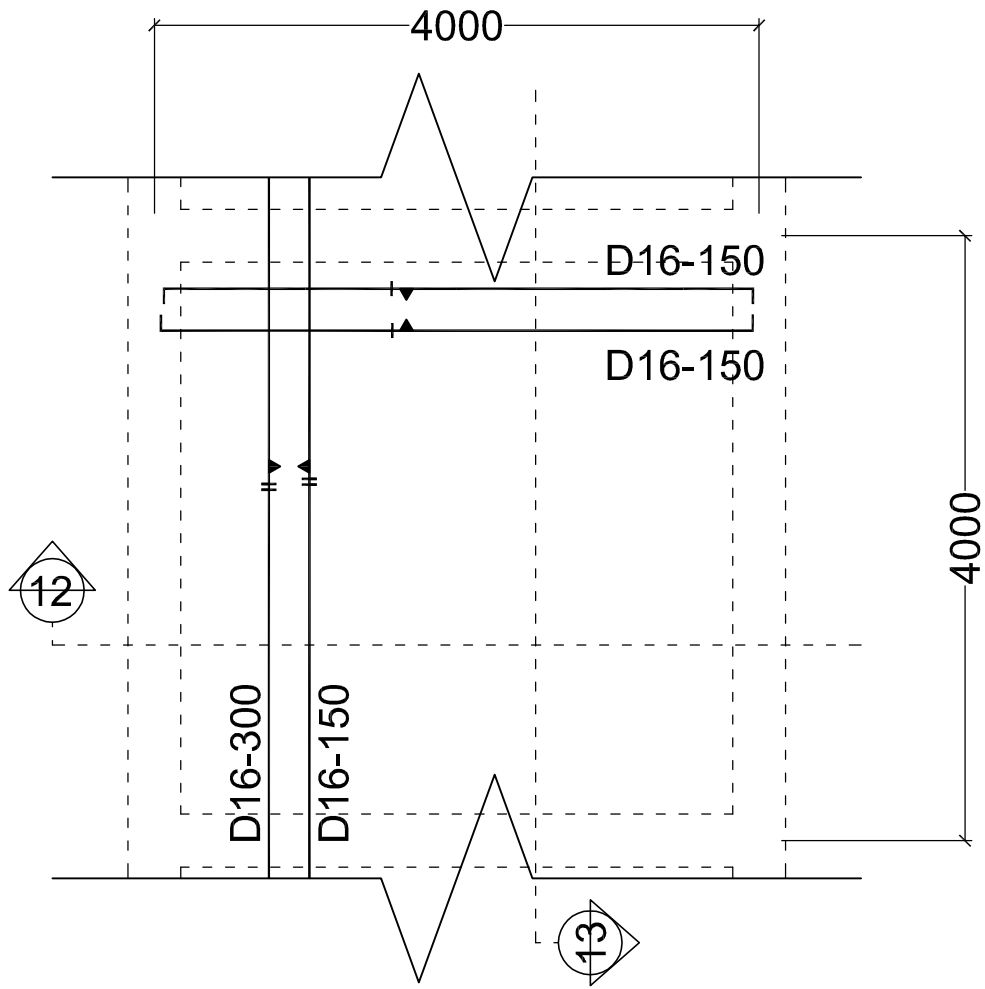
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

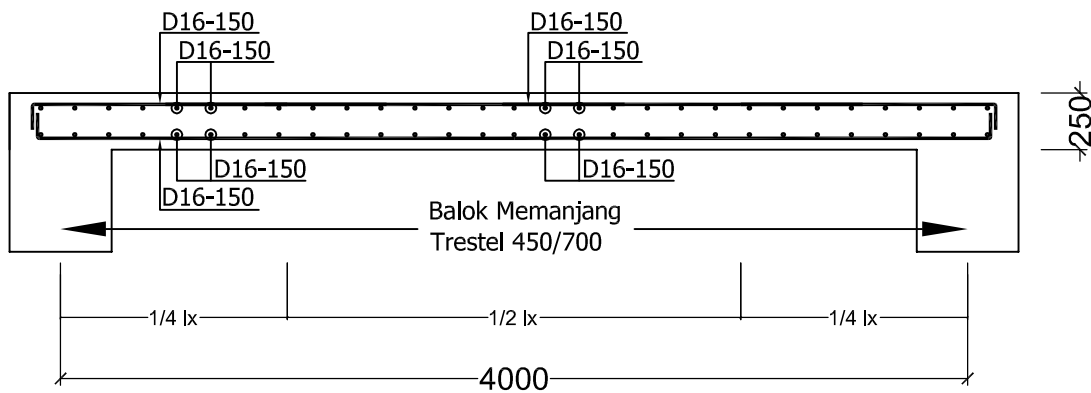
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

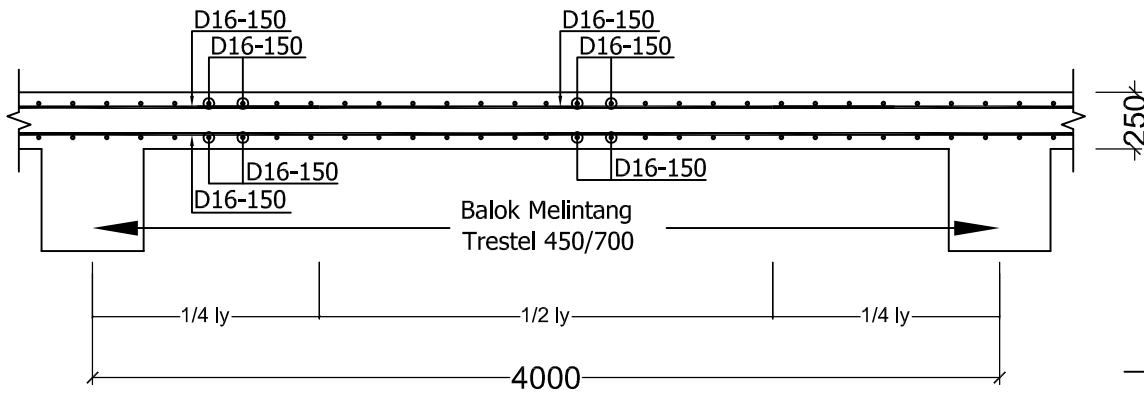
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	19



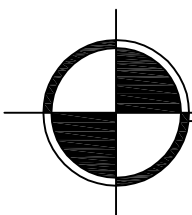
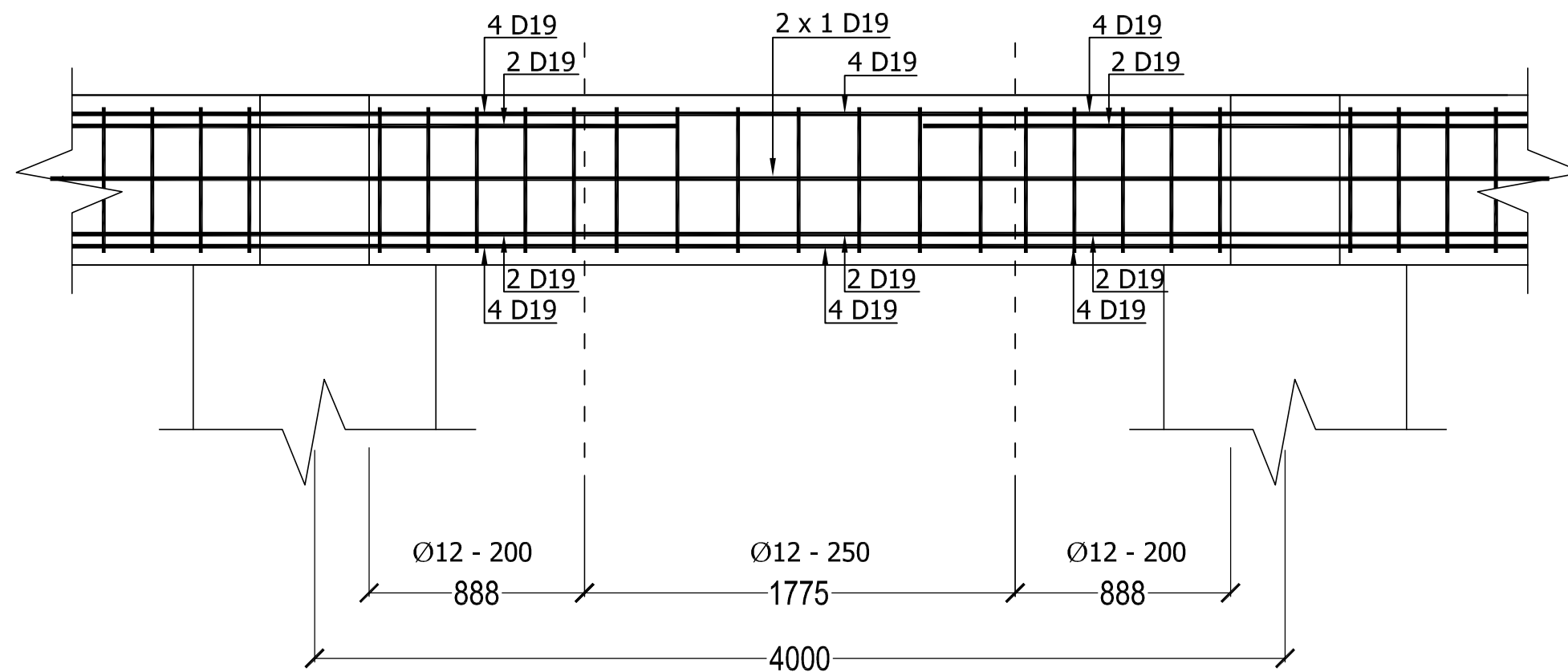
DETAIL 4  
Skala 1 : 50



Potongan 12 Plat A4 Trestel  
Skala 1 : 75



Potongan 13 Plat A4 Trestel  
Skala 1 : 75



Penulangan Balok Memanjang Trestel  
Skala 1 : 25

### BEAM SCHEDULE

BEAM TYPE	BALOK MEMANJANG TRESTEL	
	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR		
Dimension	450 x 700	
Tul. Atas	6 D19	4 D19
Tul. Badan	2 x 1 D19	2 x 1 D19
Tul Bawah	6 D19	6 D19
Sengkang	Ø12 - 200	Ø12 - 250



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

#### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

#### KETERANGAN

$f_c' = 35 \text{ MPa}$   
 $f_y = 390 \text{ MPa}$   
  
Tebal decking = 50 mm  
Lokasi : B4 (Balok Memanjang Trestle)

#### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

#### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN BALOK MELINTANG TRESTEL	1 : 25
---	--------

#### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

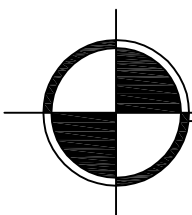
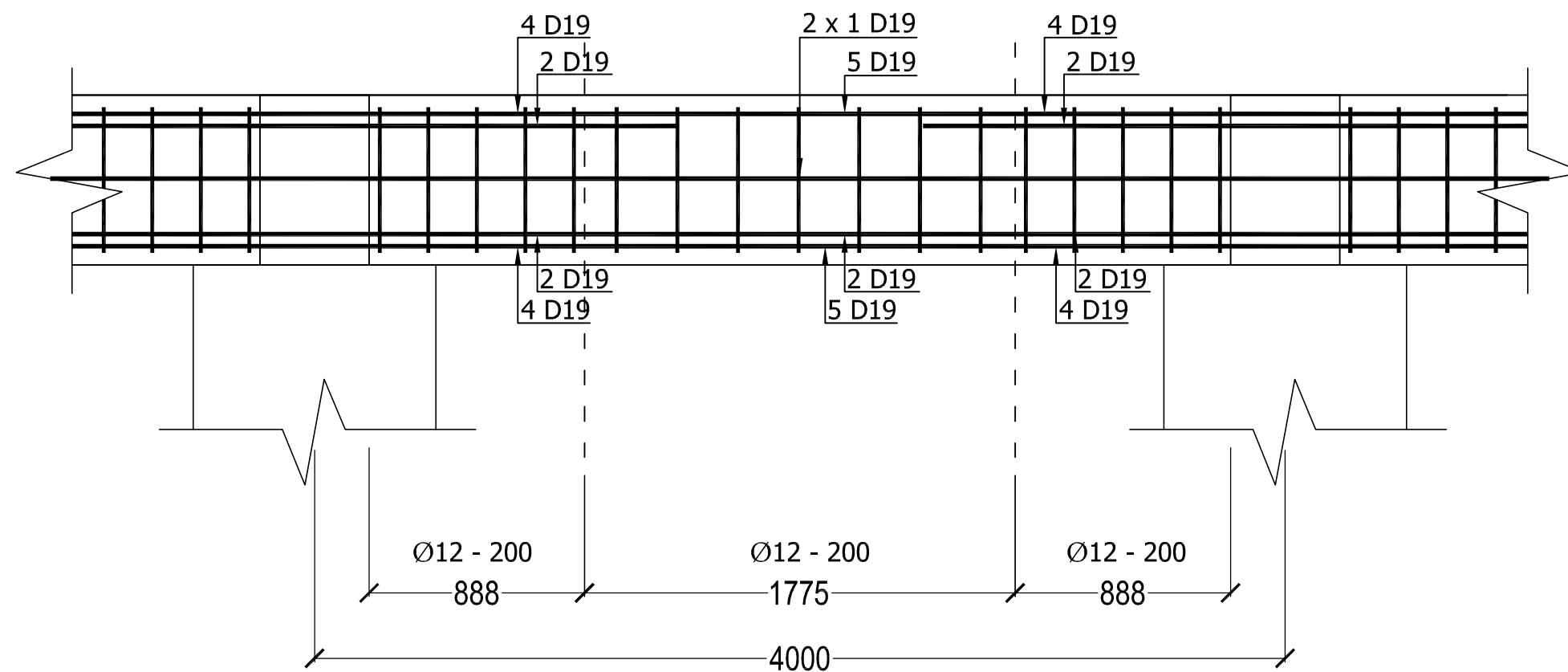
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	20



Penulangan Balok Melintang Trestel

Skala 1 : 25

## BEAM SCHEDULE

BEAM TYPE	BALOK MELINTANG TRESTEL	
	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR		
Dimension	450 x 700	
Tul. Atas	6 D19	5 D19
Tul. Badan	2 x 1 D19	2 x 1 D19
Tul Bawah	6 D19	7 D19
Sengkang	Ø12 - 200	Ø12 - 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

$f_c' = 35 \text{ MPa}$   
 $f_y = 390 \text{ MPa}$   
  
Tebal decking = 50 mm  
Lokasi : B3 (Balok Melintang Trestle)

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN BALOK MEMANJANG TRESTEL	1 : 25
---	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

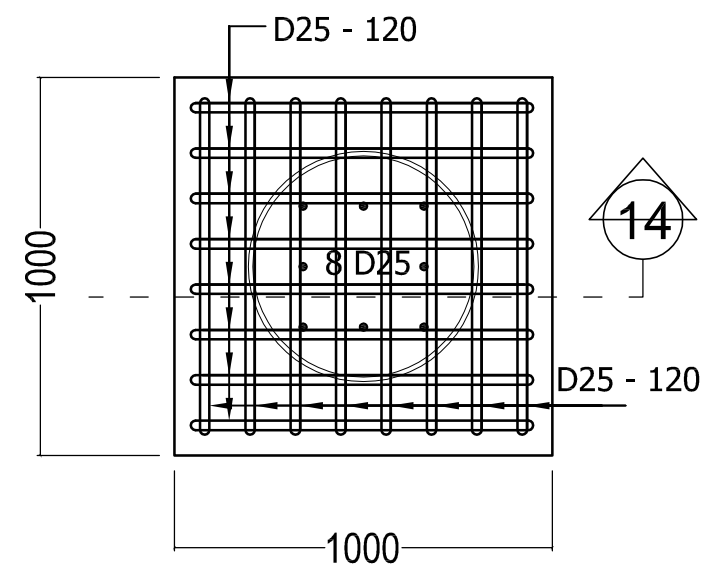
### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

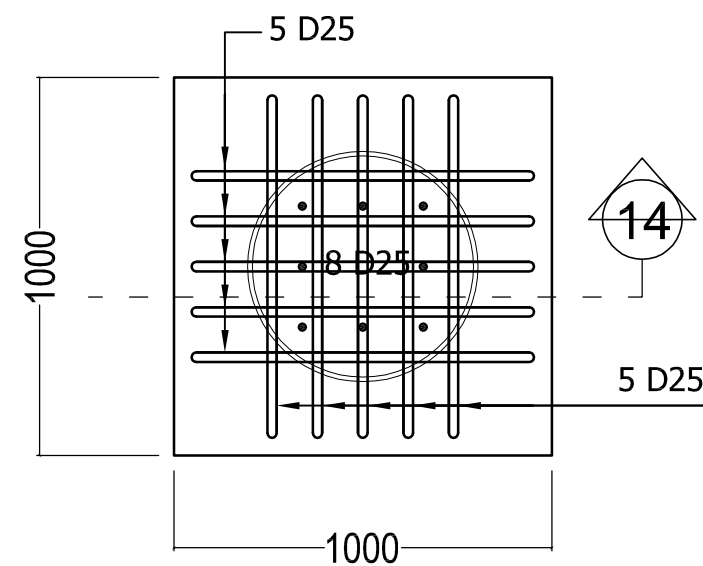
### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

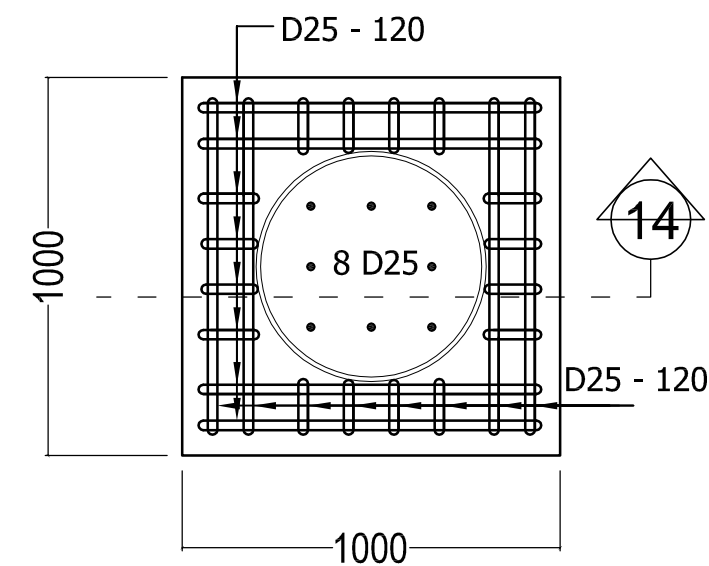
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	21



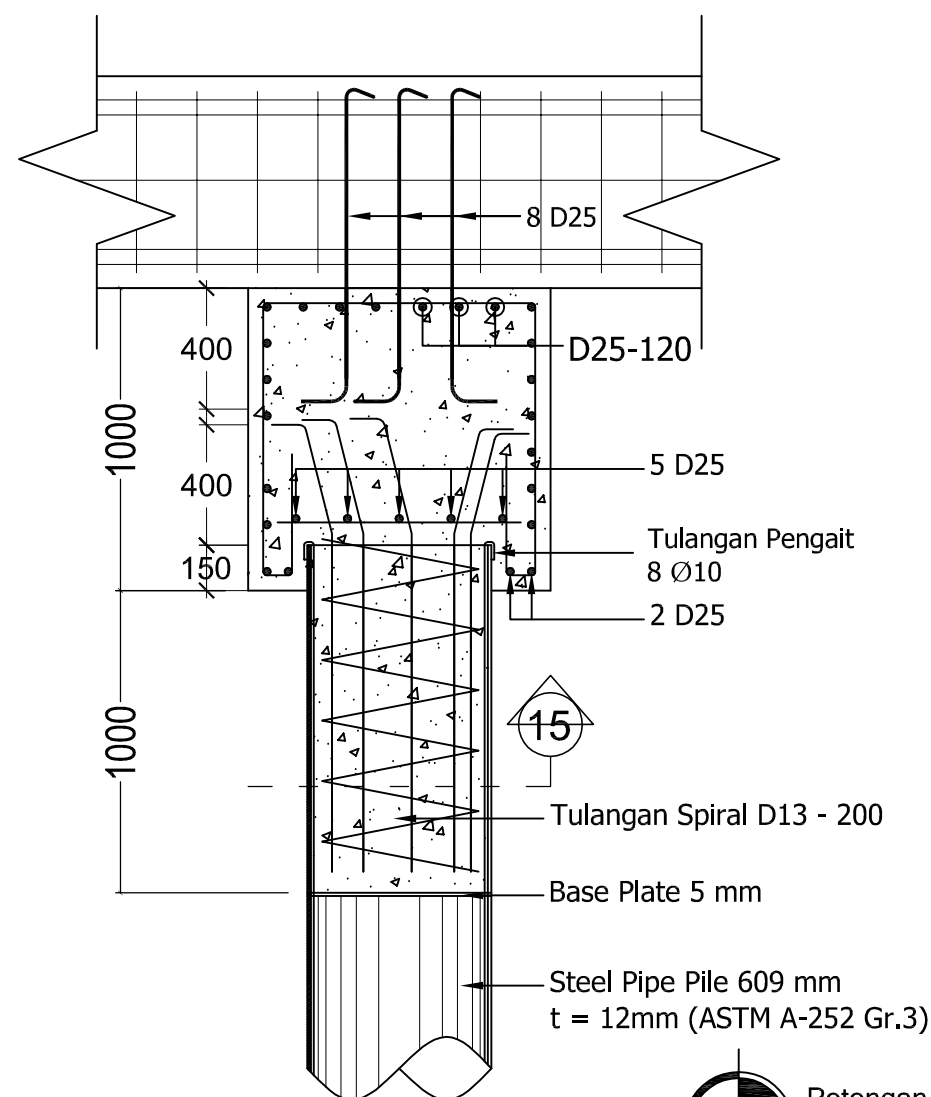
Top Rebar Pile Cap Trestle (PC2)  
Skala 1 : 20



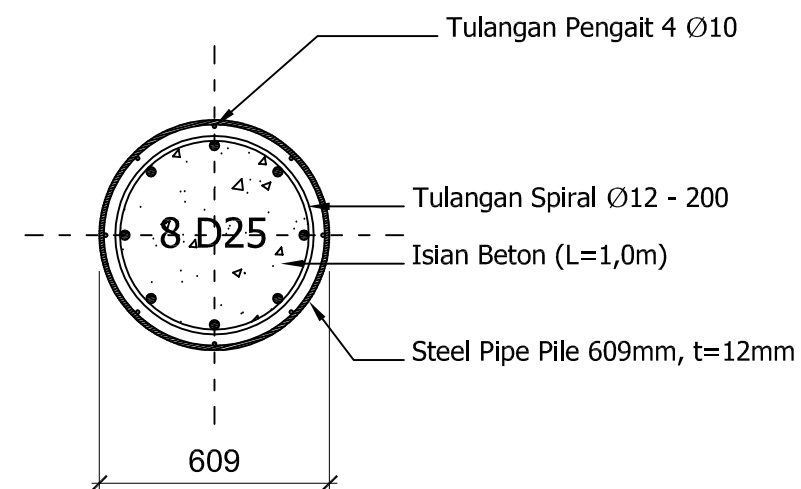
Middle Rebar Pile Cap Trestle (PC2)  
Skala 1 : 20



Bottom Rebar Pile Cap Trestle (PC2)  
Skala 1 : 20



Potongan 14  
Skala 1 : 25



Potongan 15  
Skala 1 : 20



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

#### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

#### KETERANGAN

#### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

#### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN STRUKTUR BAWAH TRESTLE	1 : 20
---	--------

#### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

#### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

#### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	22



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

$f_c' = 35 \text{ MPa}$   
 $f_y = 390 \text{ MPa}$   
  
Tebal decking = 50 mm  
Lokasi : Abutment Trestle

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL  
PENULANGAN  
ABUTMENT  
  
1 : 50

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

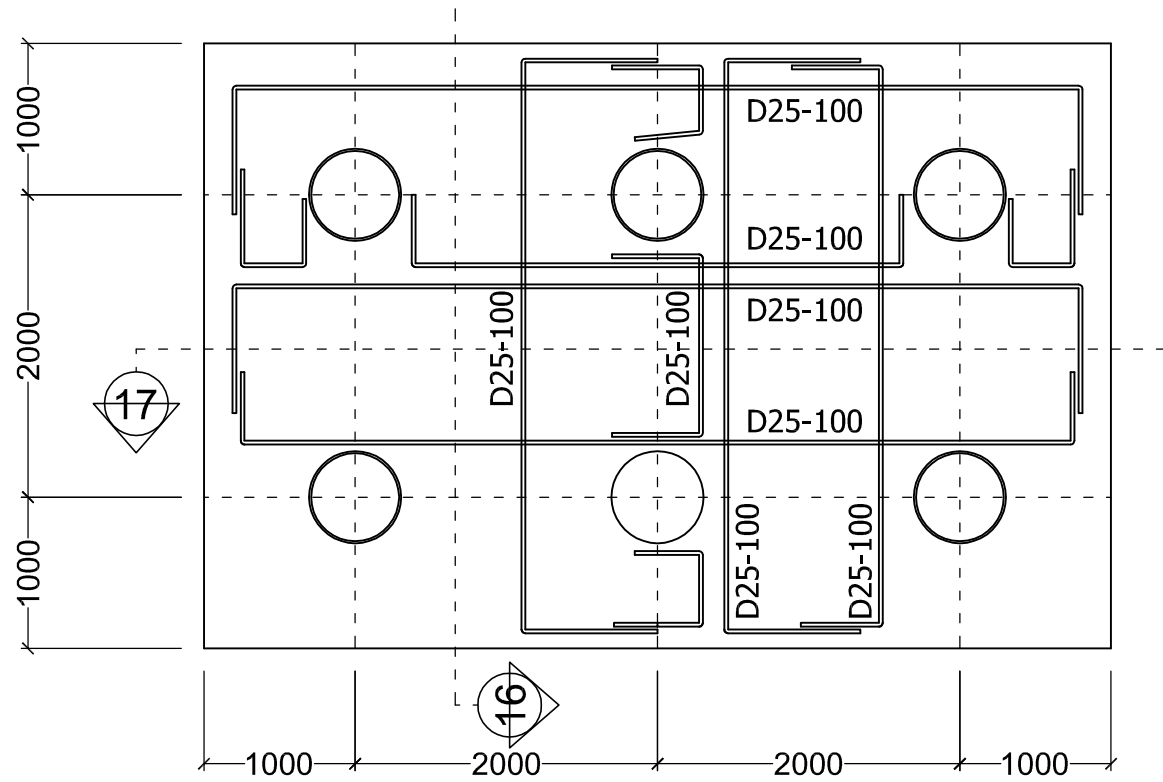
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

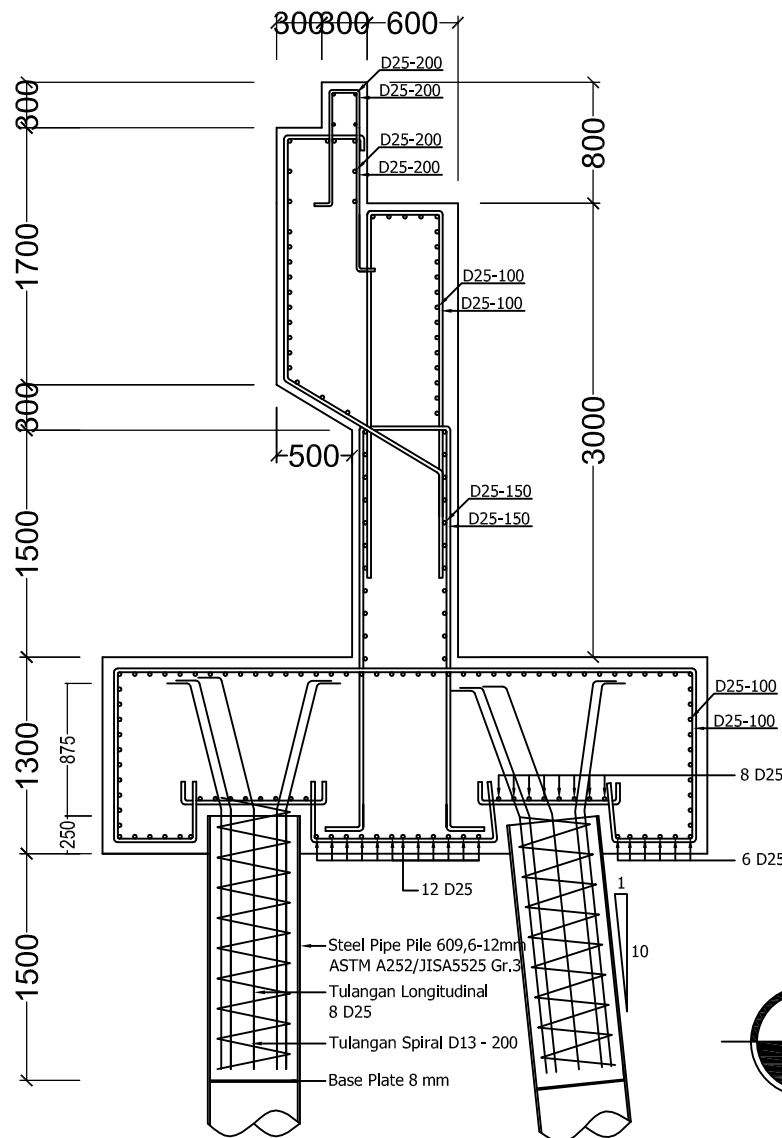
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

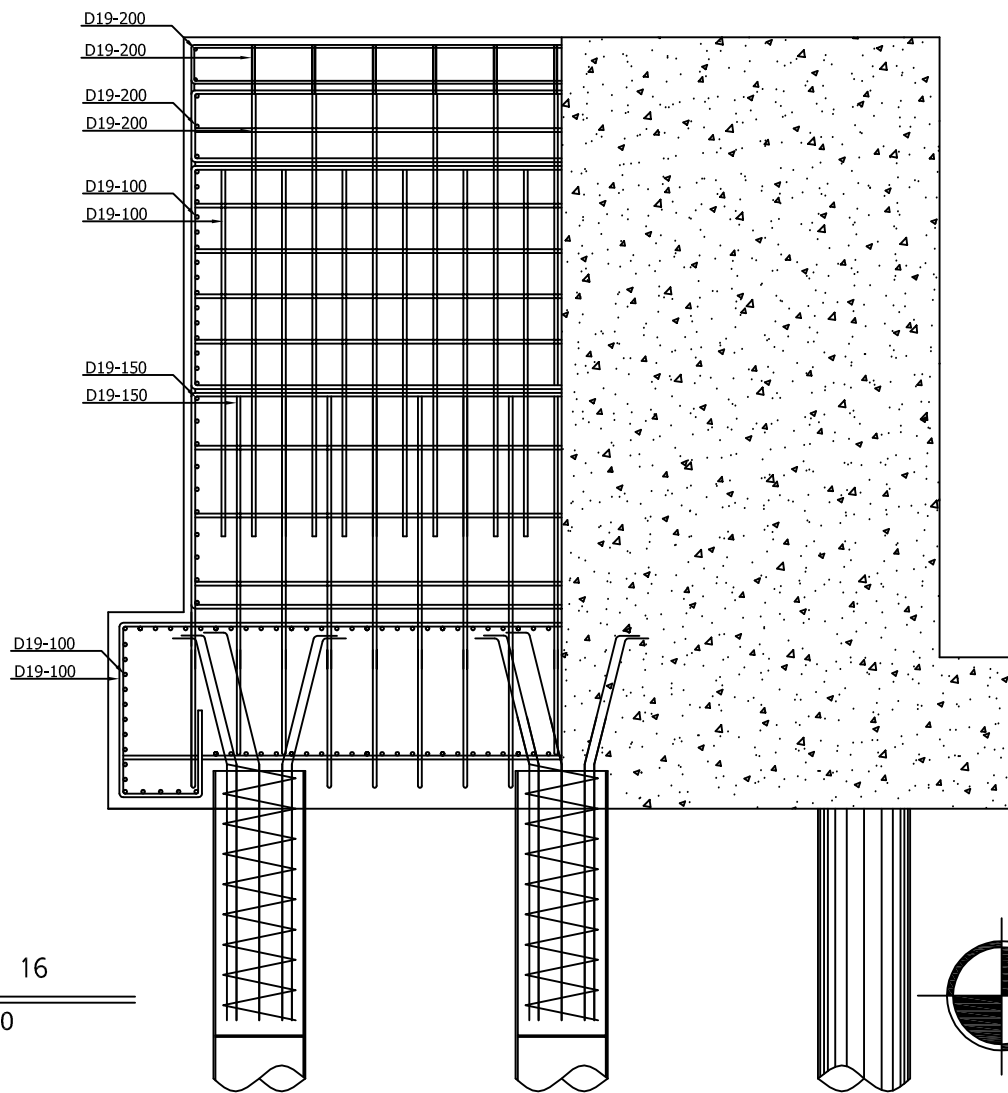
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	23



Denah Pile dan Penulangan Pile Cap Abutment  
Skala 1 : 50

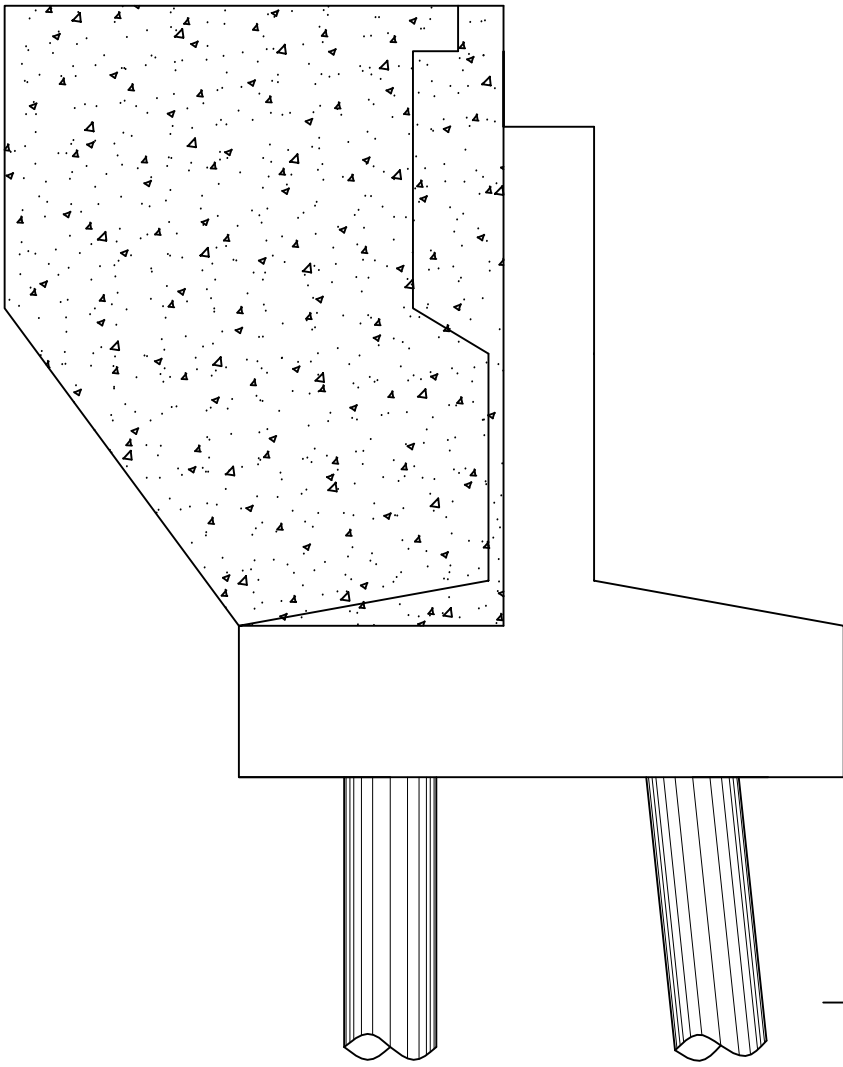


Potongan 16  
Skala 1 : 50

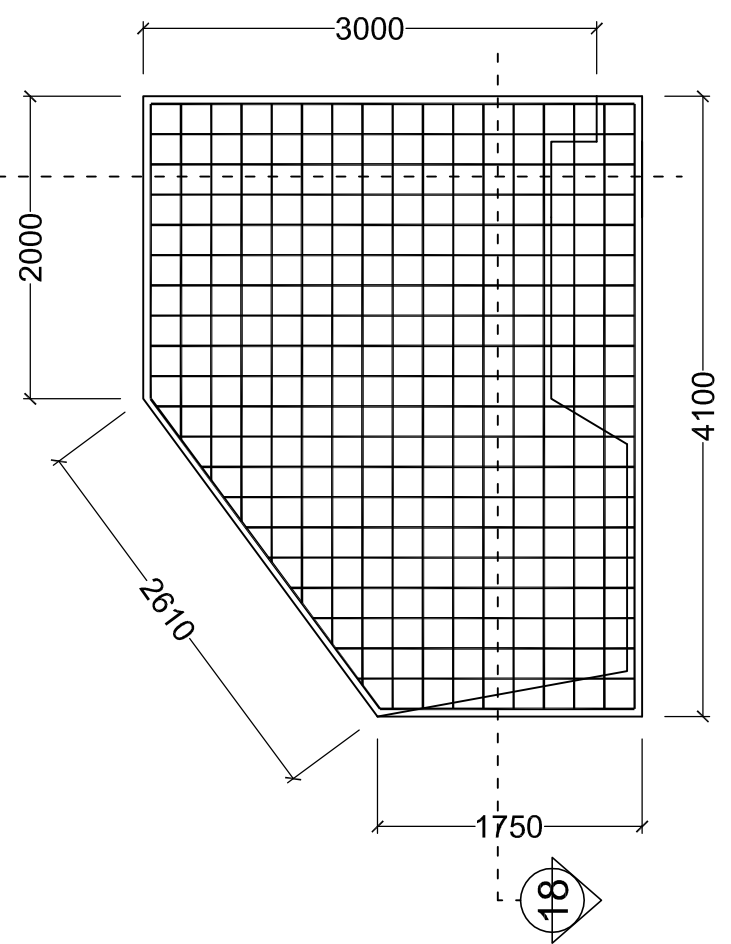


Potongan 17  
Skala 1 : 50



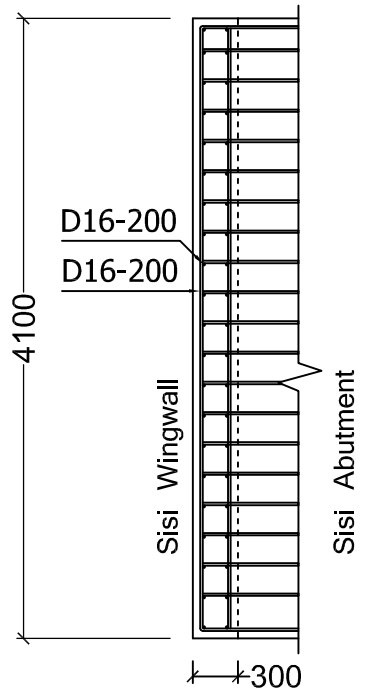


19

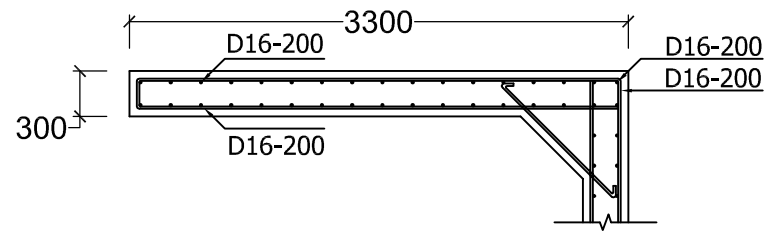


Denah Wingwall  
Skala 1 : 50

Denah Penulangan Wingwall  
Skala 1 : 50



Potongan 18  
Skala 1 : 50



Potongan 19  
Skala 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN WINGWALL	1 : 50
----------------------------------	--------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

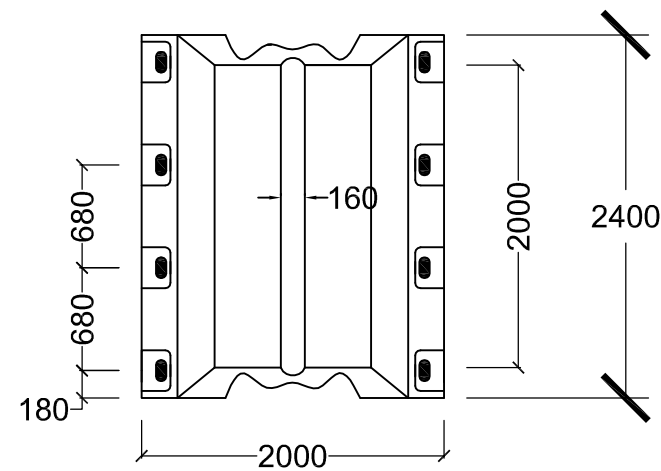
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

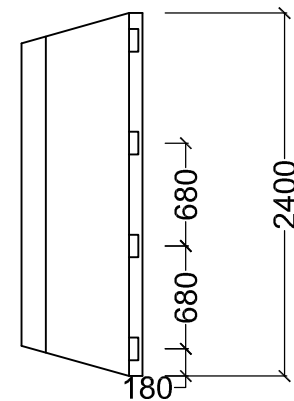
MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

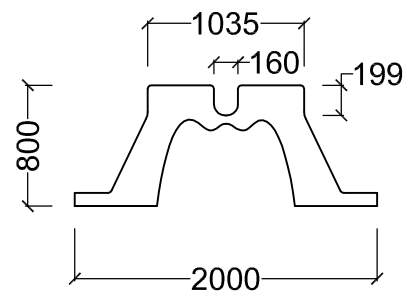
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	24



Tampak Depan Fender SM800H  
Skala 1 : 50

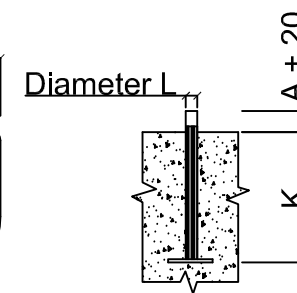
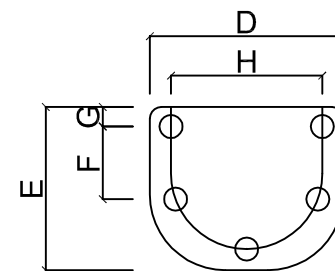
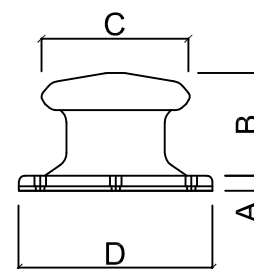
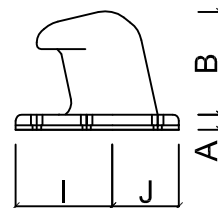


Tampak Samping Fender SM800H  
Skala 1 : 50



Tampak Atas Fender SM800H

Tampak Atas Fender SM800H  
Skala 1 : 50



Dimensi Bollard												
A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	I mm	J mm	Dia. L mm	K mm	Jumlah Baut
50	350	500	640	540	260	65	500	320	220	36	600	5

Detail Bollard 50 Ton  
Skala 1 : 25



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

1. Rubber Fender Super-M 800H, L=2m (M2)  
diambil dari Katalog Bridgestone Marine  
Fender Design Manual

2. Bollard Kapasitas 50 Ton diambil dari  
Katalog Maritime International

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL FENDER DAN BOLLARD	1 : 50
------------------------------	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

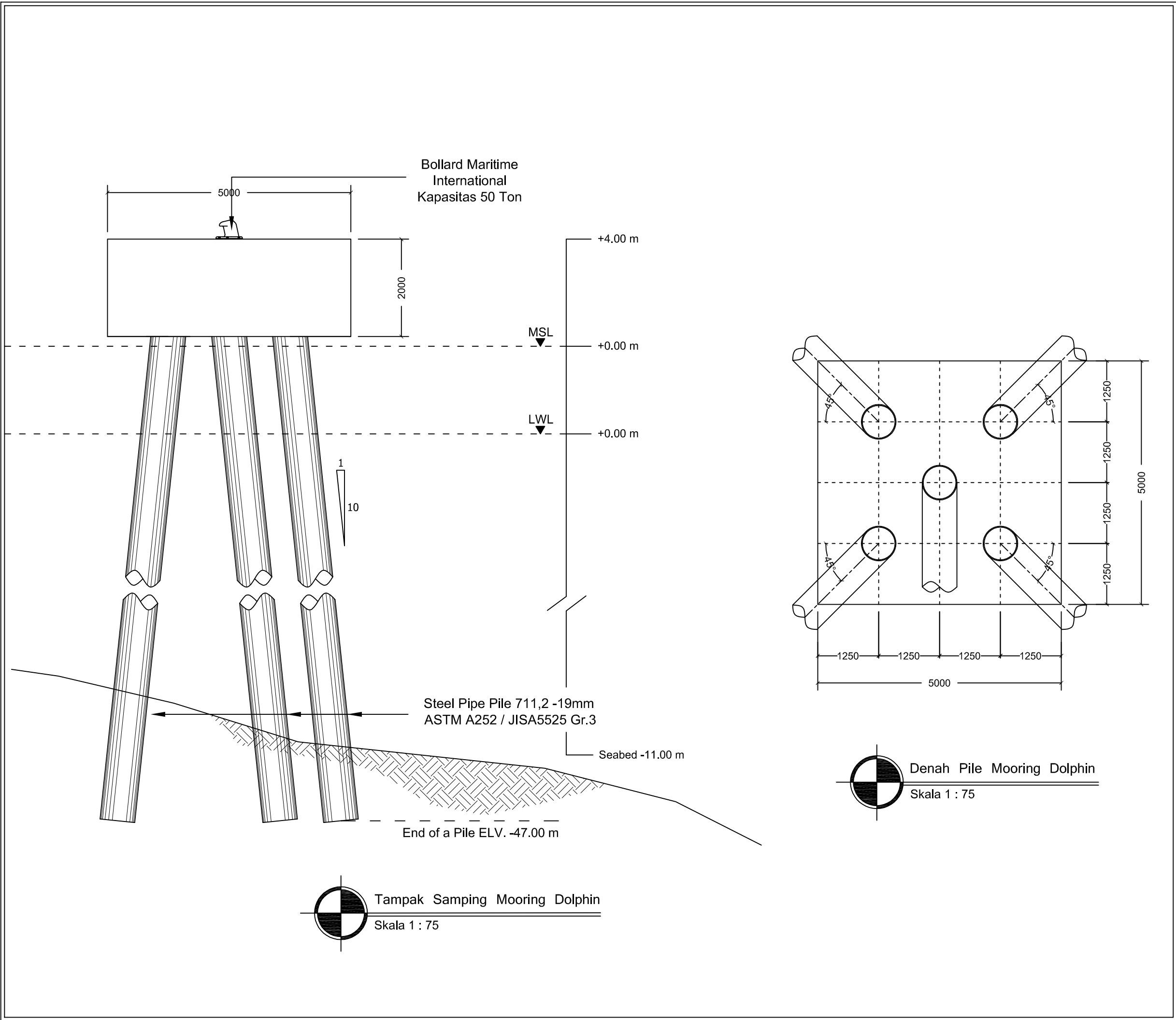
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

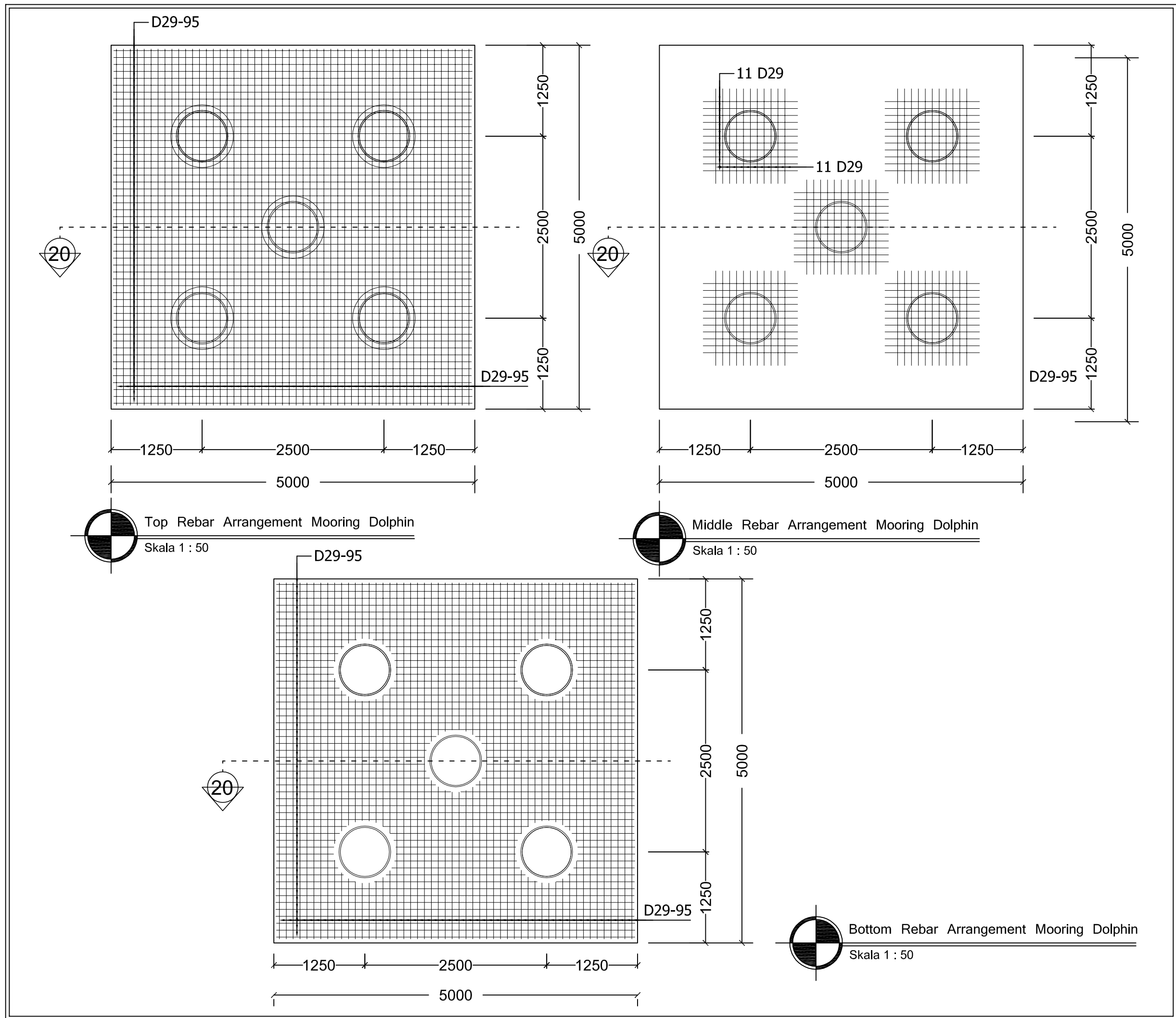
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

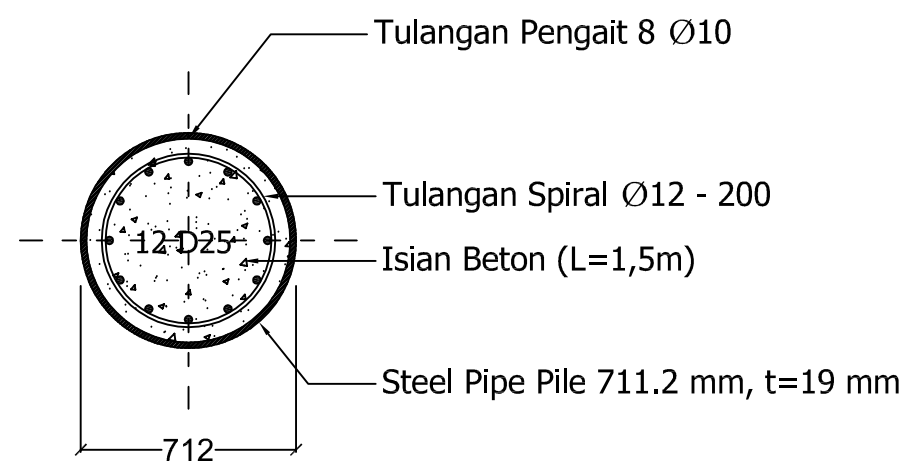
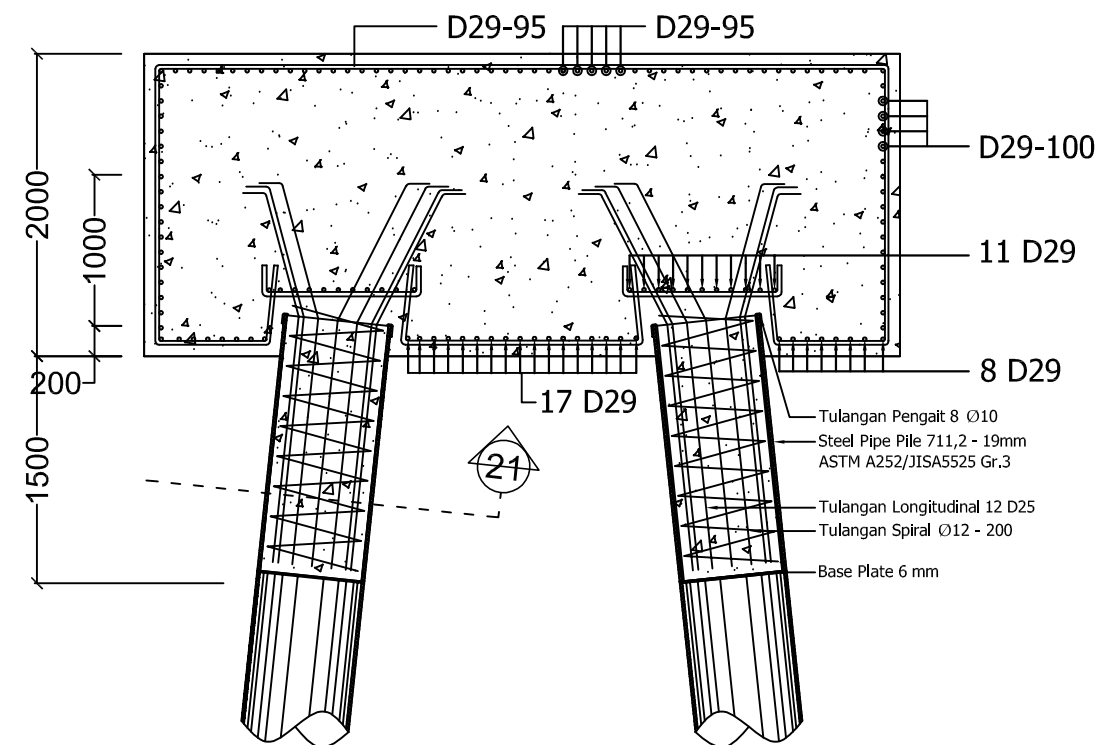
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	25



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA		
JUDUL TUGAS AKHIR		
DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU, PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA		
KETERANGAN		
REVISI		
NO.	TGL.	DETAIL REVISI
JUDUL GAMBAR		SKALA GAMBAR
MOORING DOLPHIN		1 : 75
DIGAMBAR OLEH		
RINDIANTO RAHMATULLAH NRP 101113 10000 051		
MENGETAHUI/MENSETUJUI DOSEN PEMBIMBING I		
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D. NIP. 19620328 198803 1 001		
MENGETAHUI/MENSETUJUI DOSEN PEMBIMBING II		
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT. NIP. 197740203 200212 1 002		
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	26



<div></div> <div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div>		
JUDUL TUGAS AKHIR		
DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU, PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA		
KETERANGAN		
REVISI		
NO.	TGL.	DETAIL REVISI
JUDUL GAMBAR		SKALA GAMBAR
DETAIL PENULANGAN MOORING DOLPHIN		1 : 50
DIGAMBAR OLEH		
RINDIANTO RAHMATULLAH NRP 101113 10000 051		
MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I		
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD. NIP. 19620328 198803 1 001		
MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II		
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 002		
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	27



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN MOORING DOLPHIN	1 : 50
--	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	28



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DENAH DAN TAMPAK BREASTING DOLPHIN (BD-1 & BD-4)	1 : 100
--	---------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

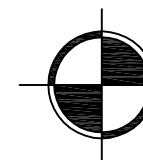
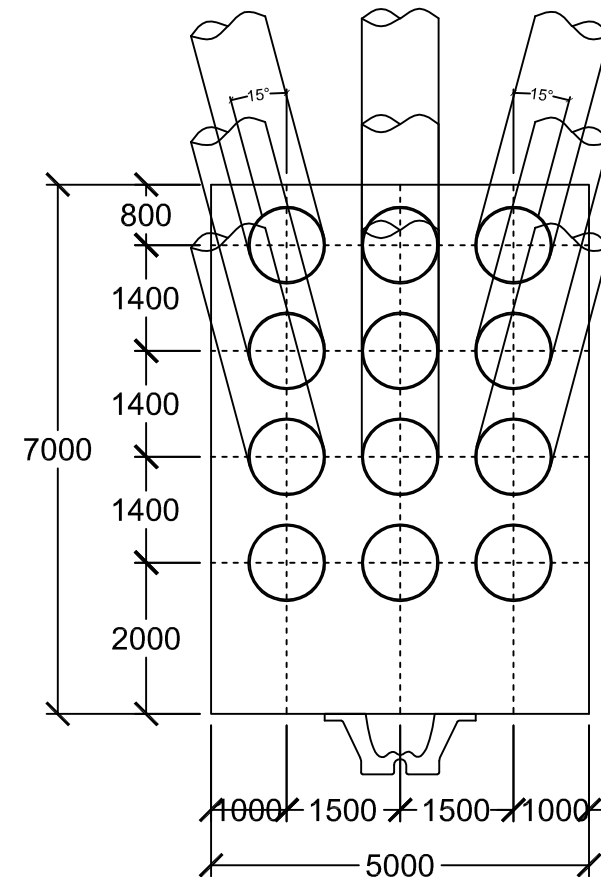
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

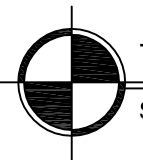
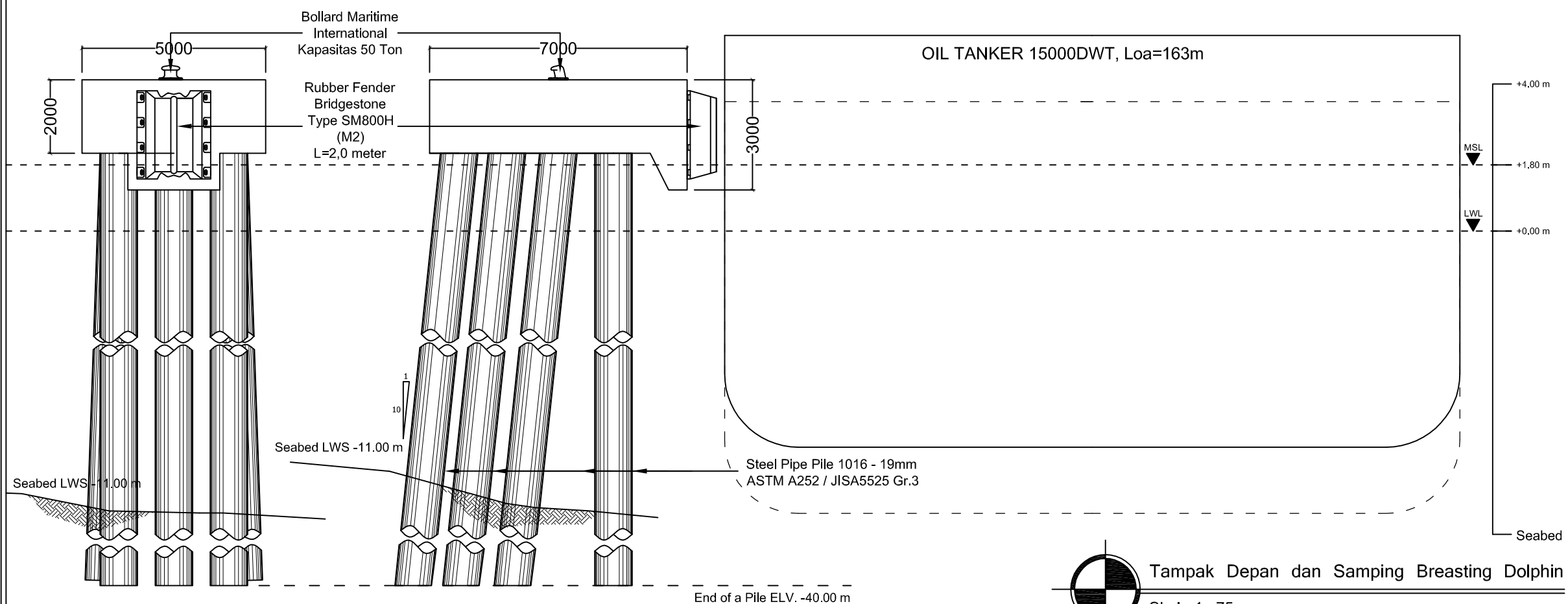
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	29



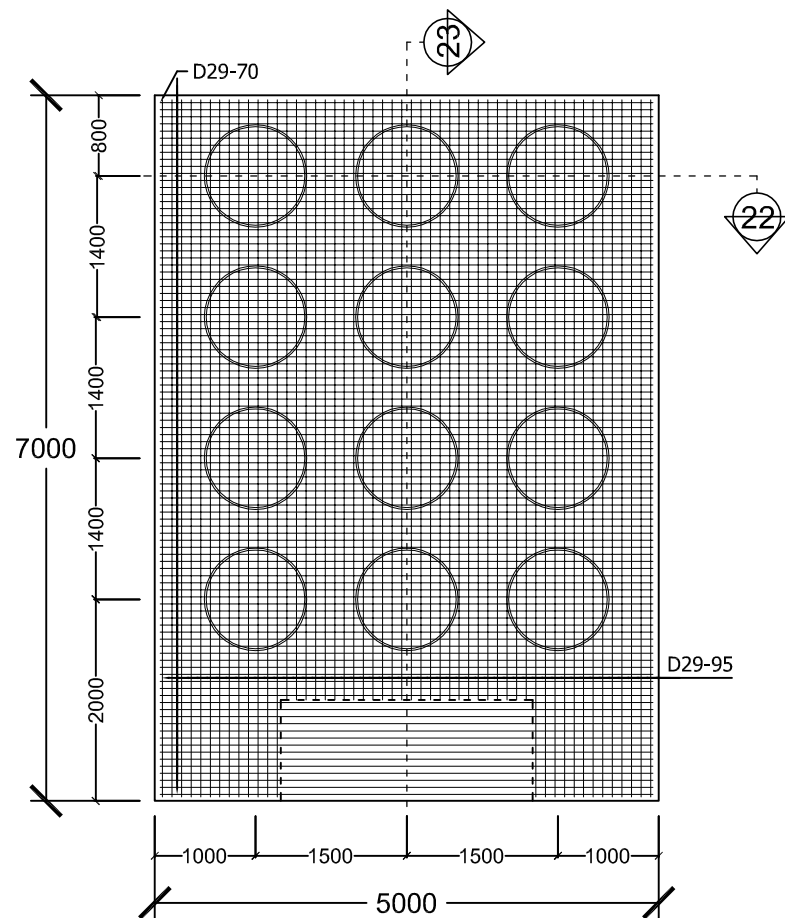
Denah Pile Breasting Dolphin (BD1&BD4)

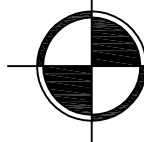
Skala 1 : 100

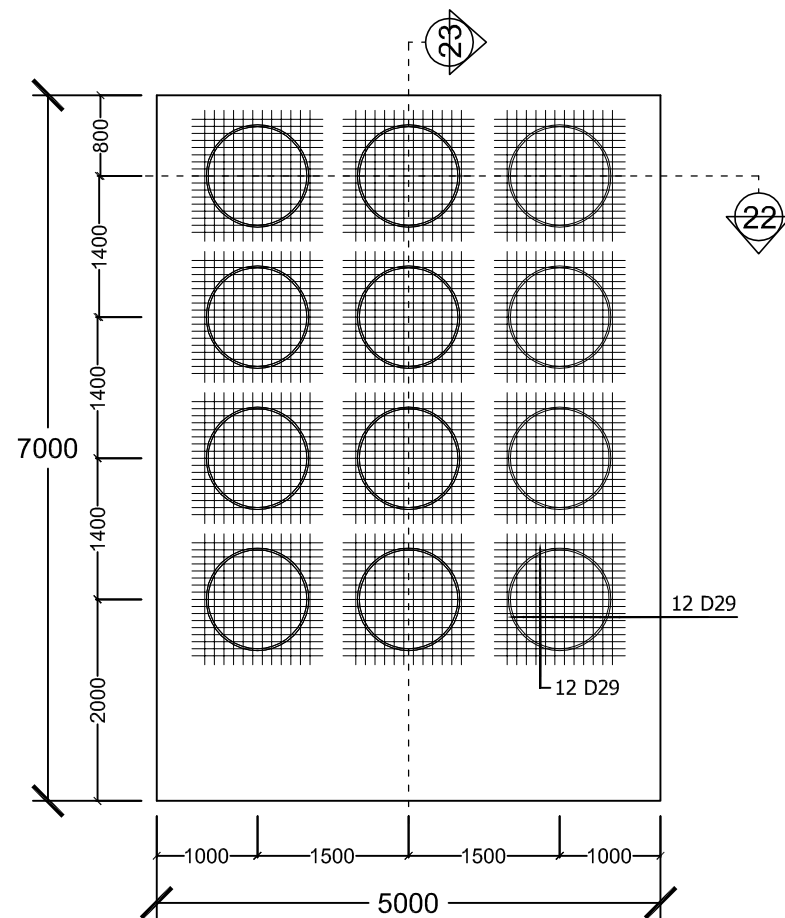


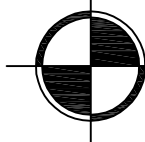
Tampak Depan dan Samping Breasting Dolphin

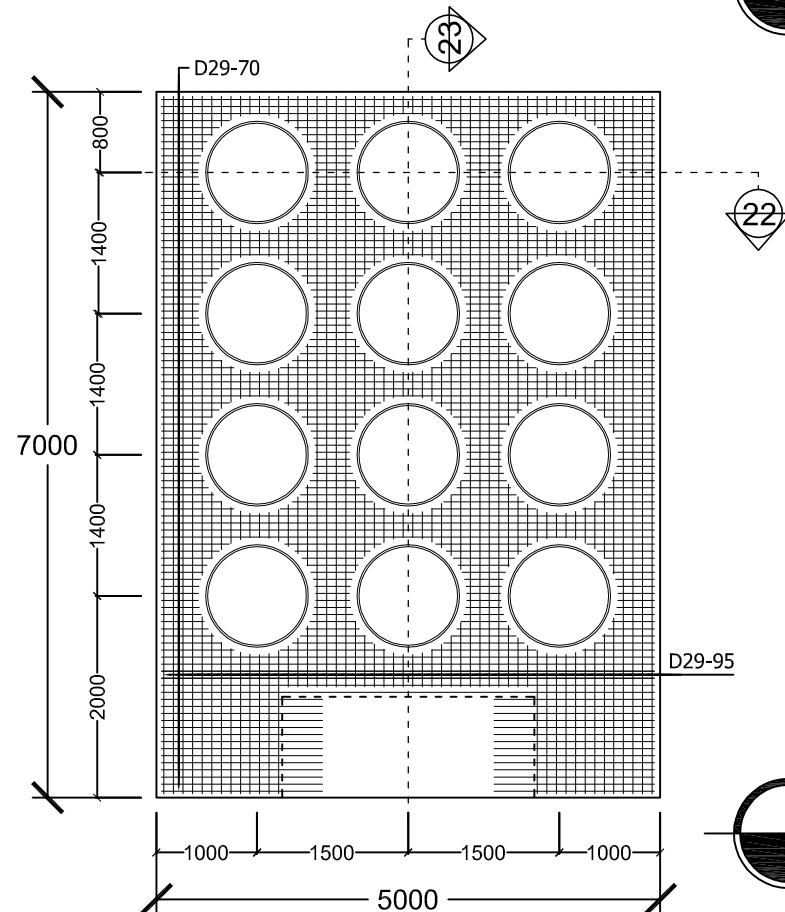
Skala 1 : 75

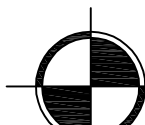


 Top Rebar Arrangement Breasting Dolphin 1 & 4  
Skala 1 : 50



 Middle Rebar Arrangement Breasting Dolphin 1 & 4  
Skala 1 : 50



 Bottom Rebar Arrangement Breasting Dolphin 1 & 4  
Skala 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BERTH DOLPHIN (BD1 & BD4)	1 : 50
--	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

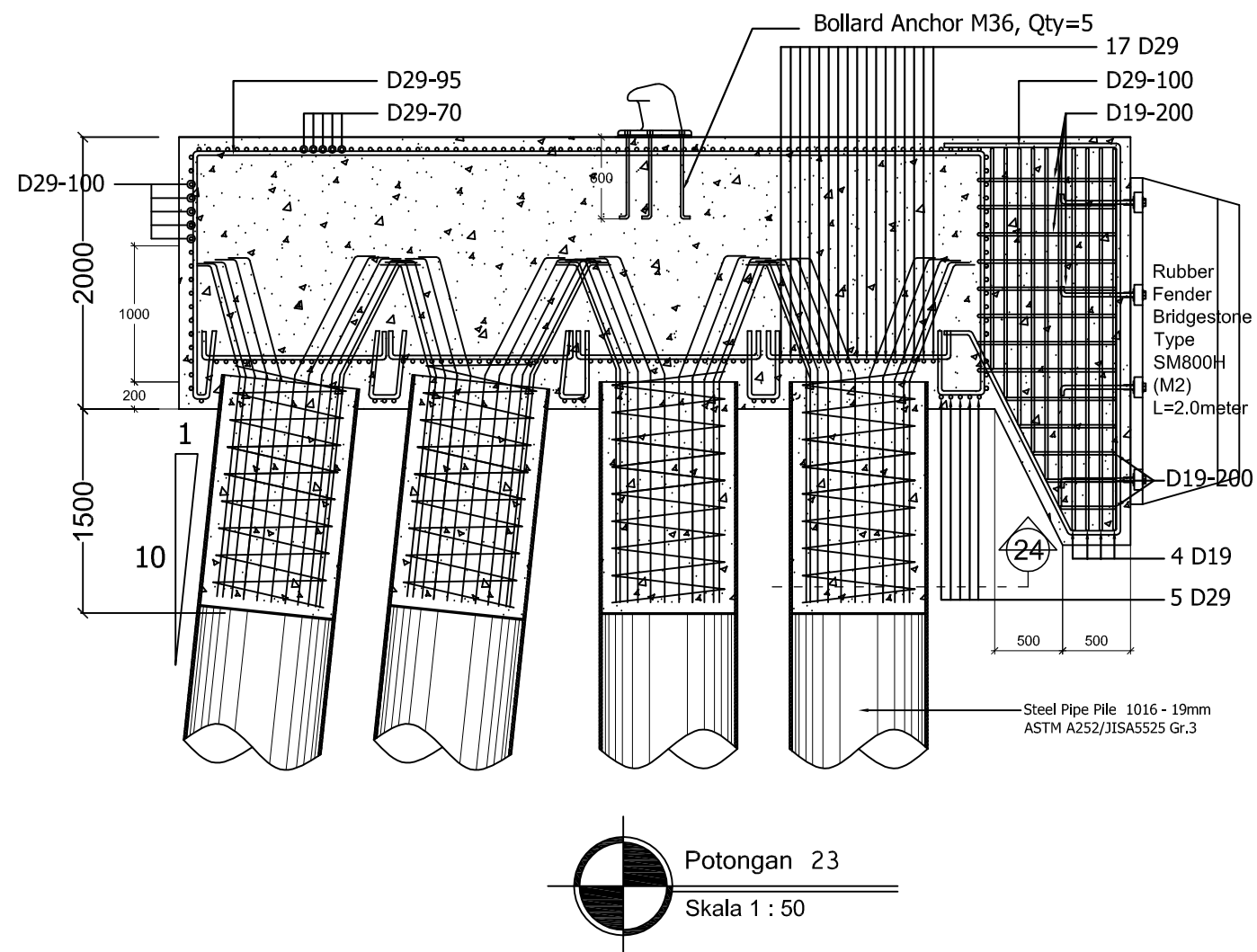
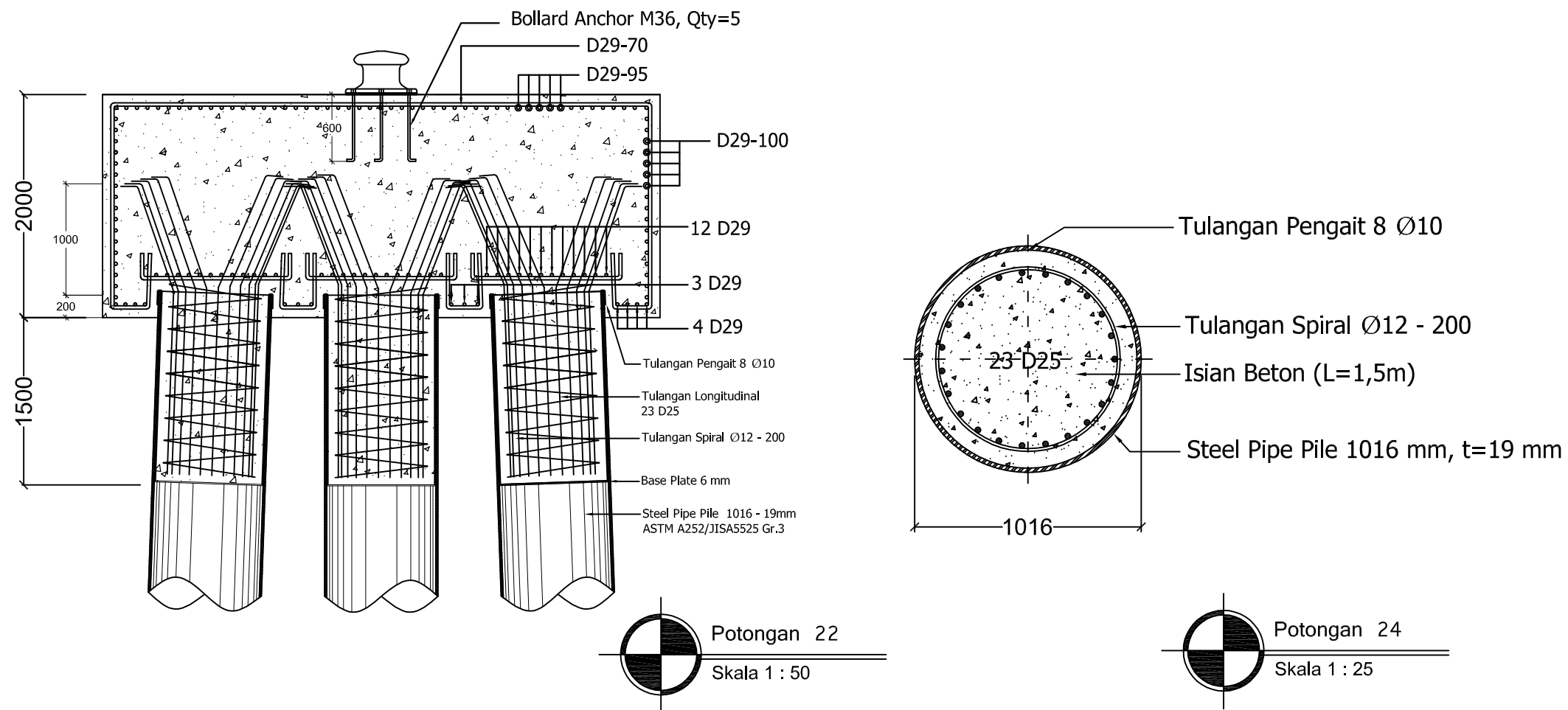
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	30



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BERTH DOLPHIN (BD1 & BD4)	1 : 50
--	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	31





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DENAH DAN TAMPAK BREASTING DOLPHIN (BD-2 & BD-3)	1 : 100
--	---------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

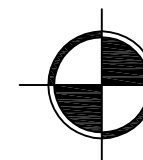
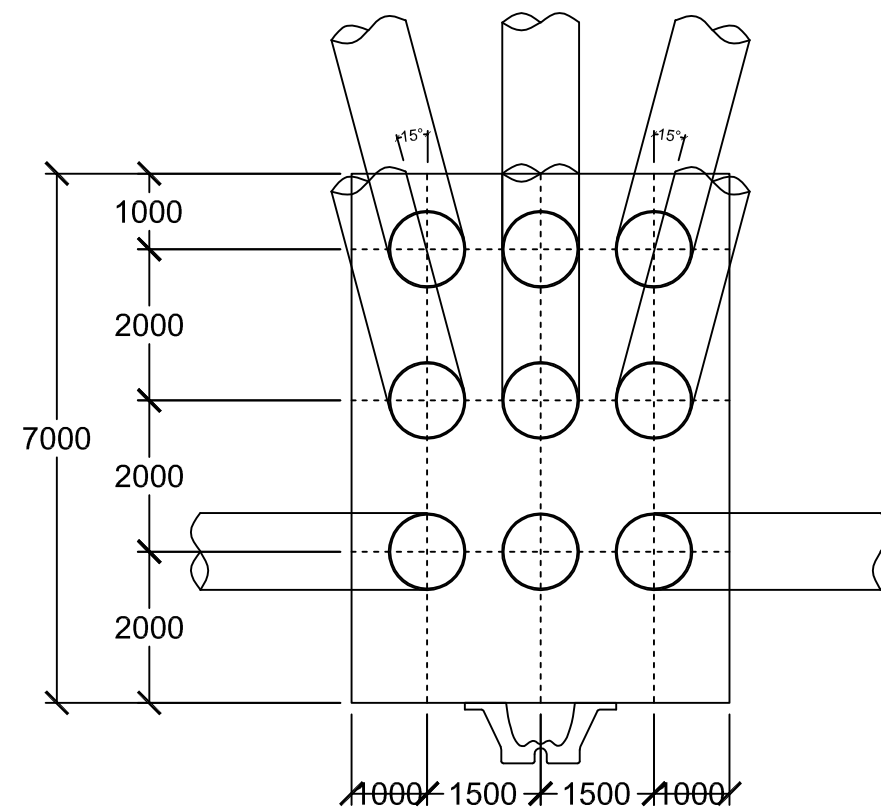
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

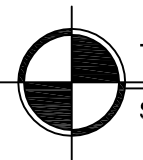
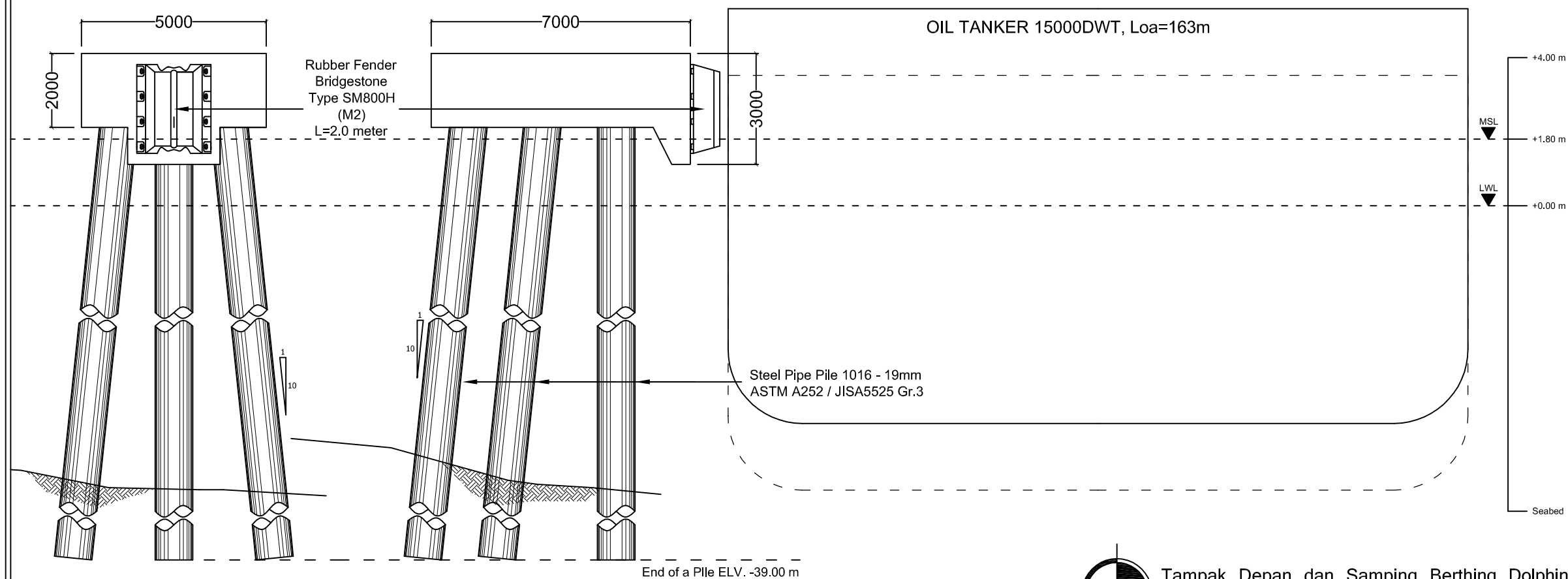
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	32



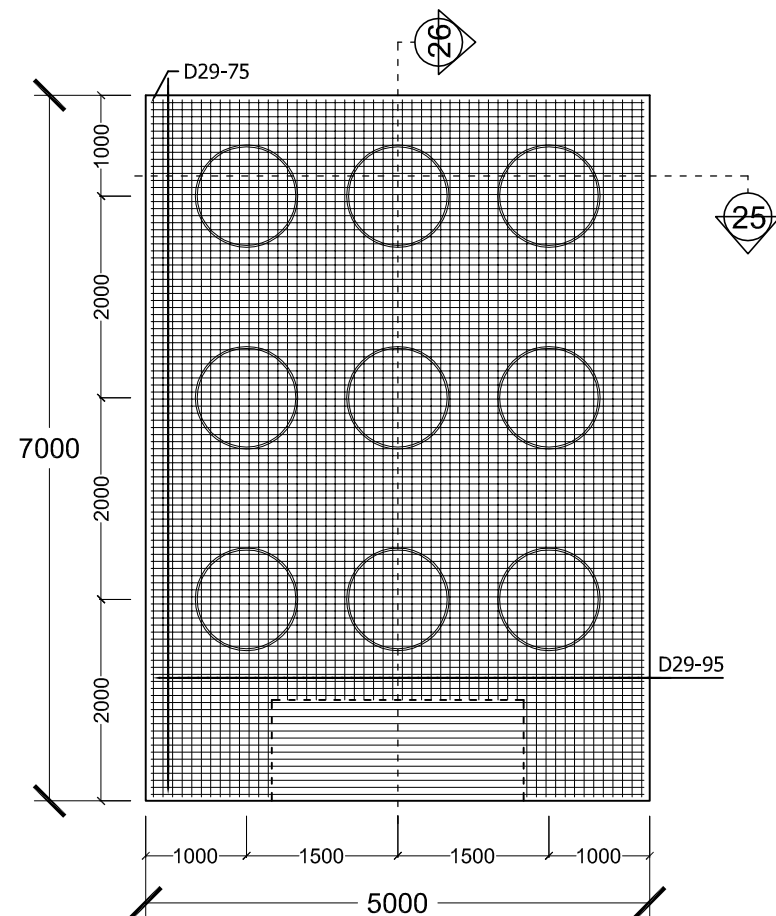
Denah Pile Breasting Dolphin (BD2 & BD3)

Skala 1 : 100

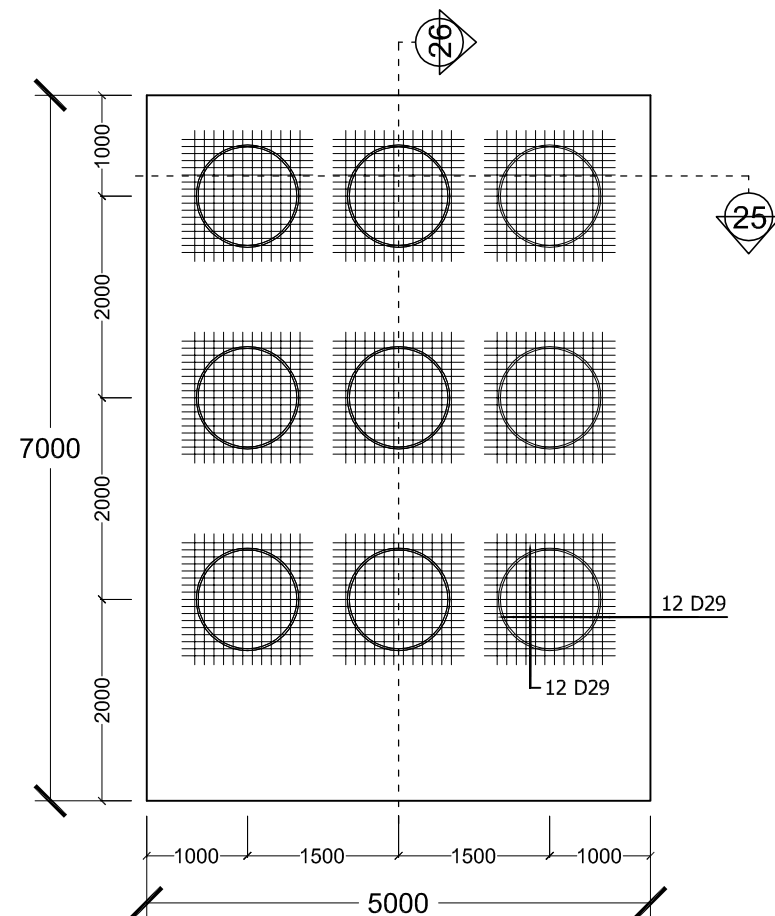


Tampak Depan dan Samping Berthing Dolphin

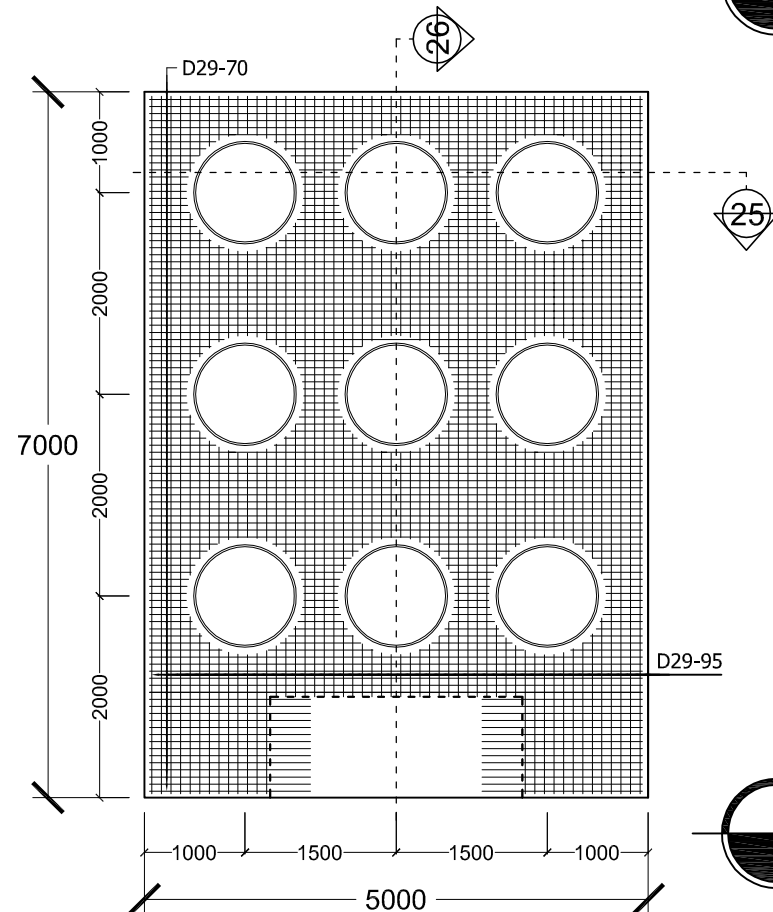
Skala 1 : 75



Top Rebar Arrangement Breasting Dolphin 2 & 3  
Skala 1 : 50



Middle Rebar Arrangement Breasting Dolphin 2 & 3  
Skala 1 : 50



Bottom Rebar Arrangement Breasting Dolphin 2 & 3  
Skala 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

KETERANGAN

REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BERTH DOLPHIN (BD2 & BD3)	1 : 50
--	--------

DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

MENGETAHUI/MENYETUJUI  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	33



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

#### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

#### KETERANGAN

#### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

#### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BERTH DOLPHIN (BD2 & BD3)	1 : 50
--	--------

#### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

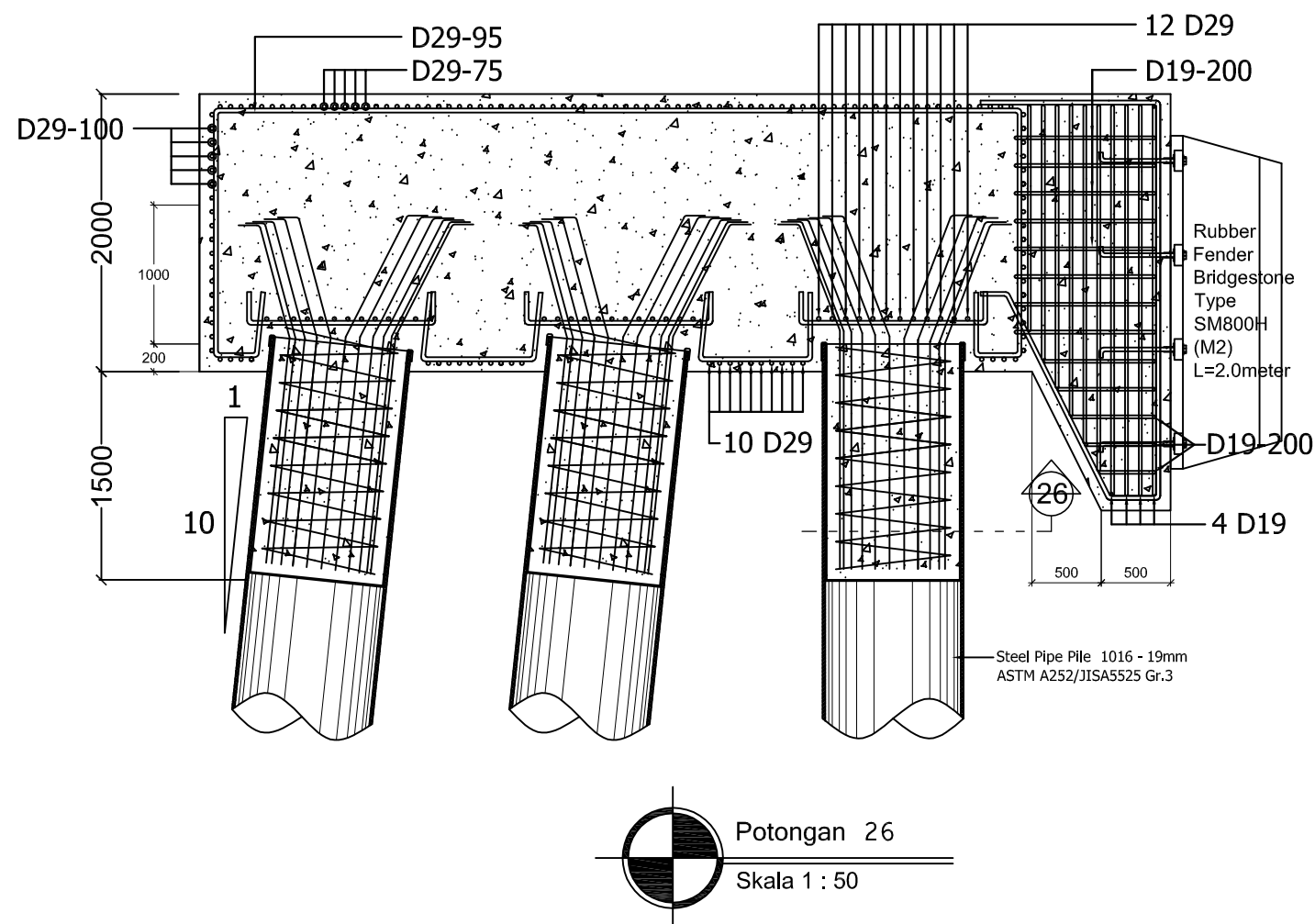
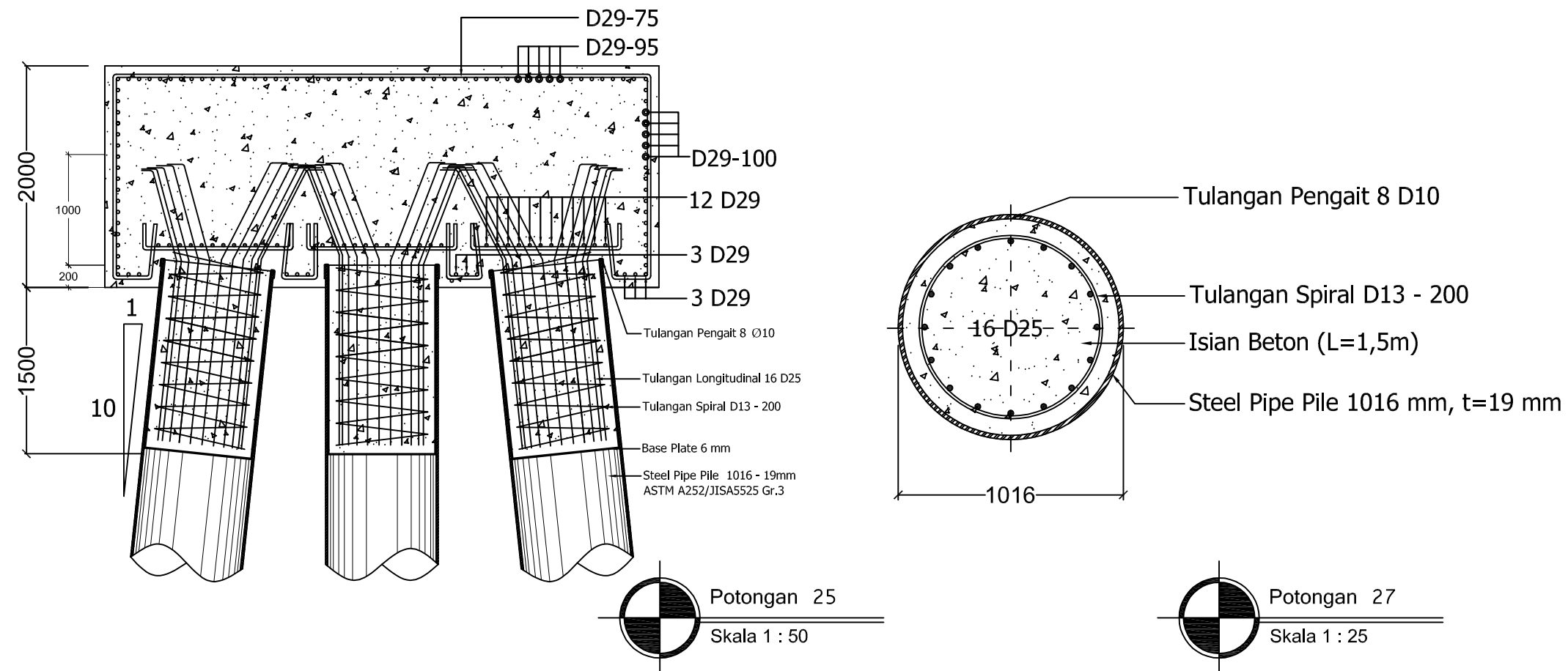
**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING I

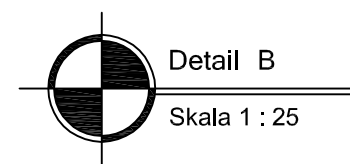
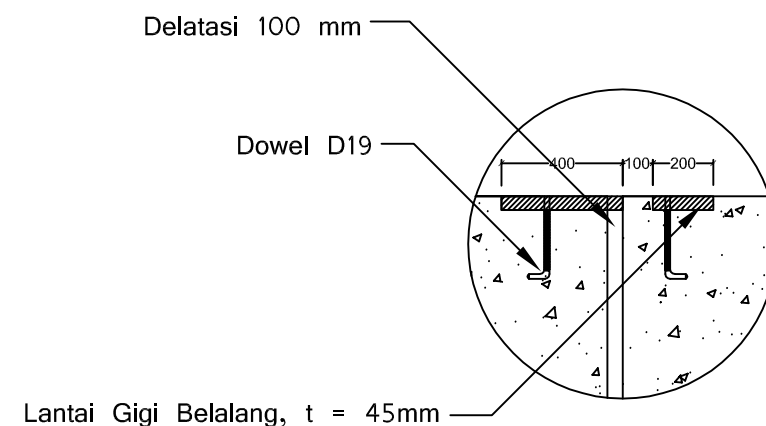
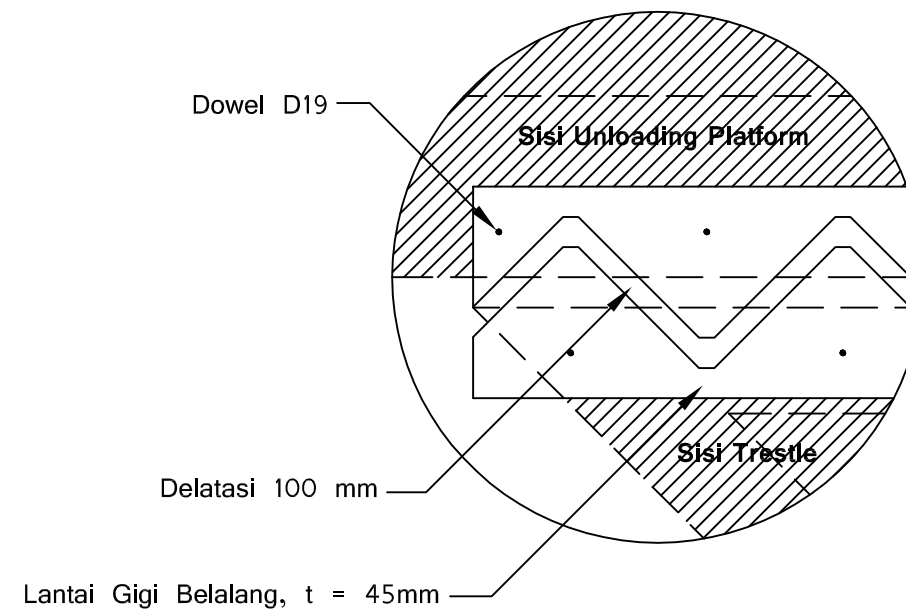
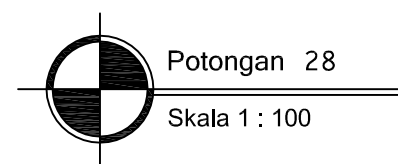
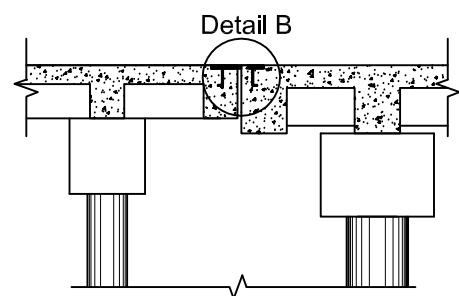
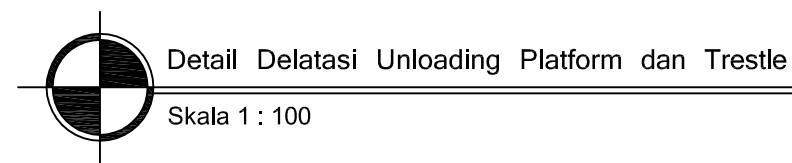
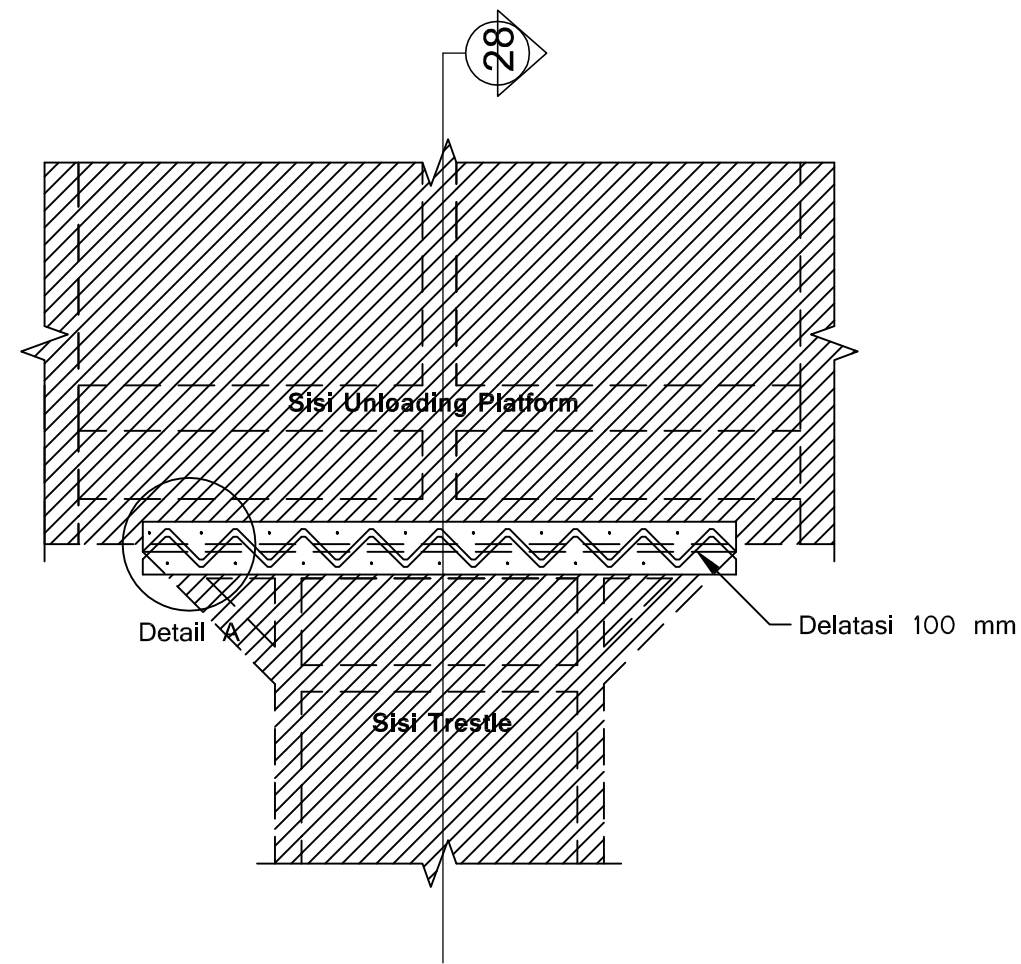
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.hD.  
NIP. 19620328 198803 1 001

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**  
DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	34





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

# JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

## KETERANGAN

## REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

## JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

DETAIL DELATASI	1 : 100
--------------------	---------

## DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

## MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

## MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	35



**DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA**

## REVISI

<b>JUDUL GAMBAR</b>	<b>SKALA GAMBAR</b>
---------------------	---------------------

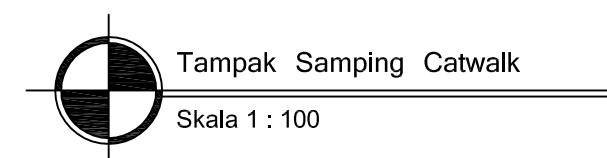
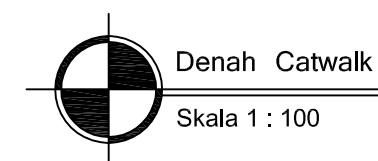
**DIGAMBAR OLEH**

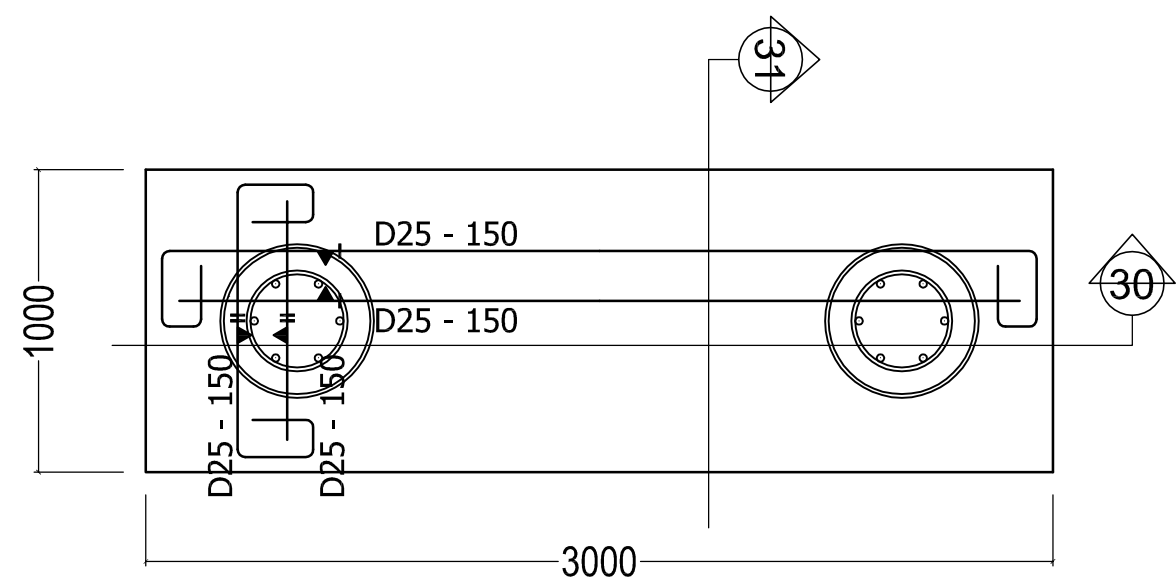
<b>MENGETAHUI/MENYETUJUI</b>
<b>DOSEN PEMBIMBING I</b>

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**

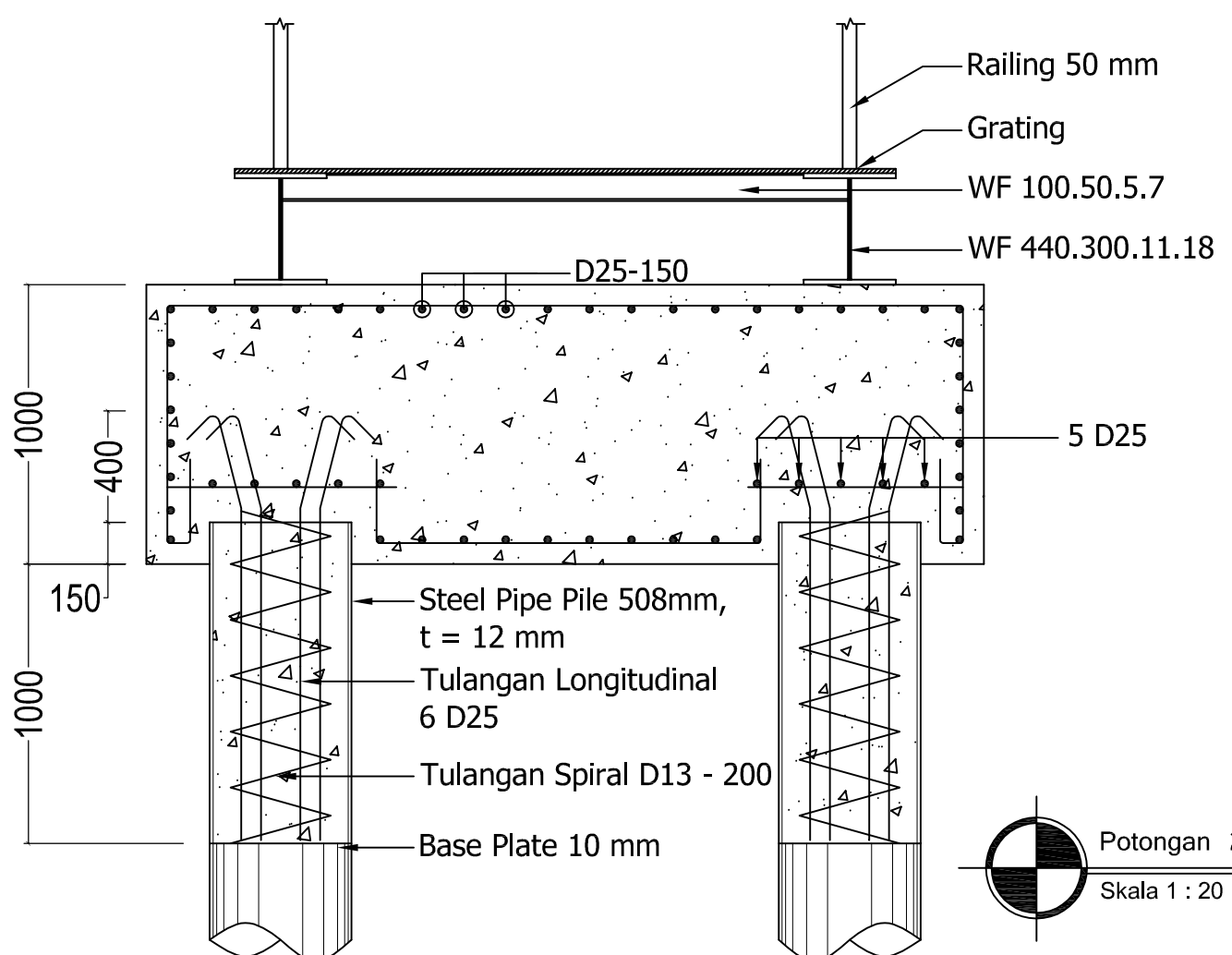
KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
-----------	-------------	------------

STR	37	36
-----	----	----

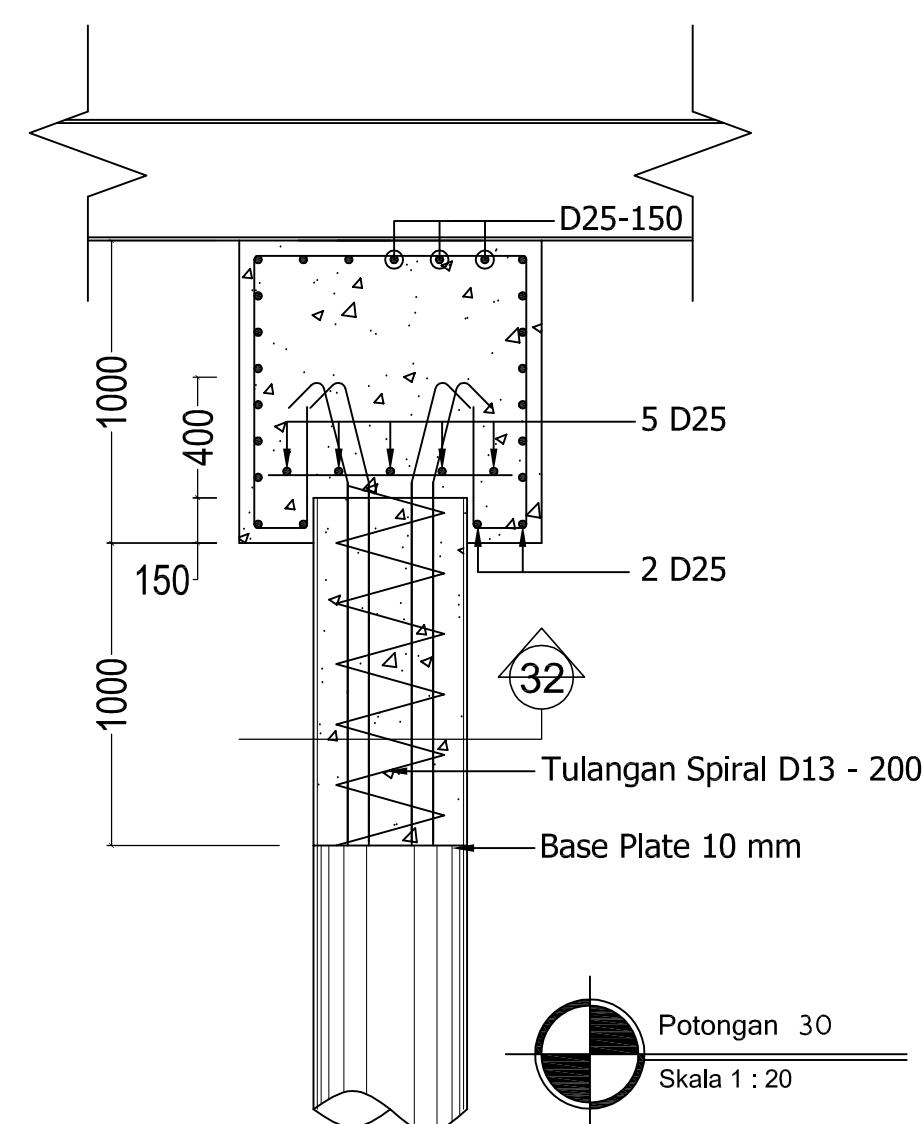




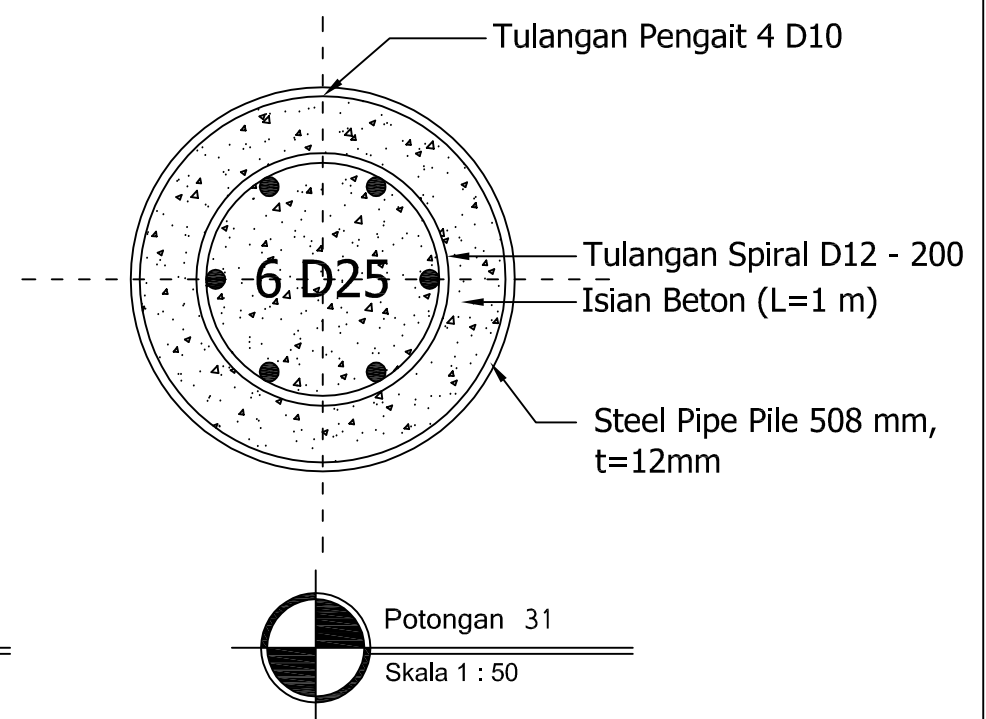
Denah Pile Cap Catwalk (PC3)  
Skala 1 : 20



Potongan 29  
Skala 1 : 20



Potongan 30  
Skala 1 : 20



Potongan 31  
Skala 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

### JUDUL TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR  
15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU,  
PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH  
DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN  
DAN ESTIMASI BIAYA PELAKSANAANNYA

### KETERANGAN

### REVISI

NO.	TGL.	DETAIL REVISI	PARAF

### JUDUL GAMBAR SKALA GAMBAR

PENULANGAN STRUKTUR BAWAH CATWALK	1 : 20
---	--------

### DIGAMBAR OLEH

RINDIANTO RAHMATULLAH  
NRP 101113 10000 051

### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING I

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., P.h.D.  
NIP. 19620328 198803 1 001

### MENGETAHUI/MENYETUJUI DOSEN PEMBIMBING II

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

KODE GBR.	JML. LEMBAR	NO. LEMBAR
STR	37	37

## **BIODATA PENULIS**



Penulis dilahirkan di Surabaya, 18 Juli 1995 merupakan anak pertama dari 4 (empat) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal TK RA Muslimat, SD Negeri Suko I, SMP Negeri 2 Taman, SMA Negeri 1 Krian . Setelah lulus penulis mengikuti ujian masuk D IV Reguler ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil tahun sehingga terdaftar dengan NRP. 3113041051

Penulis mengambil bidang Bangunan Transportasi di Program Studi DIV Teknik Sipil ITS. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan kepanitiaan dan organisasi yang berada pada lingkup kampus maupun luar kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS) periode 2015-2016 dan Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia (FKMTSI) periode 2014-2015.